PROMETHEUS

ILLUSTRIERTE WOCHENSCHRIFT ÜBER DIE FORTSCHRITTE IN GEWERBE, INDUSTRIE UND WISSENSCHAFT

HERAUSGEGEBEN VON DR. A. J. KIESER • VERLAG VON OTTO SPAMER IN LEIPZIG

Nr. 1368 Jahrgang XXVII. 16 15. I. 1916

Unsere Munitionsversorgung im Kriege.

Von Hauptmann a. D. Oefele.

Die Munition spielt im Kriege eine ganz besonders wichtige Rolle. Sie ist eine der hauptsächlichsten Voraussetzungen für die Kampffähigkeit der Truppe und ausschlaggebend für den Erfolg. Freilich gibt es noch verschiedene andere, ebenso wichtige Dinge, die dazu gehören, die Truppe schlagfertig und leistungsfähig zu erhalten. Es sei hier nur auf die Verpflegung und die ärztliche Hilfe hingewiesen, die beide mit dem Schießbedarf das eine gemein haben, daß sie der Truppe nicht zu spät zugeführt werden dürfen. Aber die Munitionsfrage erfordert mit Rücksicht auf ihre weittragende Bedeutung besondere Beachtung, und die Munitionsversorgung bedarf daher des Vorranges vor allen anderen Zweigen der Heeresversorgung.

Die Munitionsfrage ist eine Sache der Voraussicht und des Geldes. Dieser Ausspruch eines bekannten französischen Militärschriftstellers hat zweifellos seine Berechtigung. Nur ist die Voraussicht noch wichtiger als das Geld. Das hat schon der Russisch-Japanische Feldzug gelehrt und zeigt der jetzige Weltkrieg noch deutlicher. Darum verlangt die Munitionsversorgung einmal die sorgfältigsten Vorbereitungen im Frieden, dann aber auch weitblickende und eingehende Maßnahmen sowie unermüdliche und geregelte Arbeit im Kriege selbst.

Durch die Fortschritte in der Waffentechnik und die damit zusammenhängende veränderte Taktik ist der Munitionsverbrauch jetzt ein bedeutend höherer geworden als in früheren Kriegen. Um dem erheblich gesteigerten Bedarf an Munition genügen zu können, ist einerseits die Munitionsausrüstung der Truppen bis zur äußersten Grenze der Möglichkeit vermehrt, andererseits vorsorglich auf eine rechtzeitige und ausreichende Ergänzung der Munition Bedacht genommen. Dies ist nur möglich, weil zunächst schon im Frieden ohne Rücksicht auf den Kostenpunkt die erforderlichen Munitionsvorräte bereitgehalten waren und für ihre Nachführung gesorgt war. Der weitere, unerläßliche Munitionsersatz verlangt aber, daß auch während des Krieges die Beschaffung der Munition ohne Unterlaß in erhöhtem Maße fortgesetzt wird und ihr Nachschub gesichert ist. Die Herstellung der Munition im Kriege kann auf Schwierigkeiten stoßen, weil die Industrie infolge Arbeitermangel unter Umständen nicht in der Lage ist, die Anforderungen zu erfüllen. Deshalb bedarf es zu ihrer Sicherstellung vorausschauender Anordnungen und eines einträchtigen Zusammenarbeitens der in Betracht kommenden Kreise unter Heranziehung aller verfügbaren Kräfte. Der Nachschub der Munition ist nur dann mit der nötigen Sicherheit gewährleistet, wenn er durch eine wohldurchdachte und gut arbeitende Organisation in allen seinen Teilen aufs peinlichste geregelt ist. Dies bedingt eine überlegte und vorausschauende Ausnützung der zur Verfügung stehenden Nachschubmittel sowie die genaue Durchführung der für den Munitionsersatz erlassenen Bestimmungen.

Der Munitionsverbrauch ist sowohl bei der Infanterie wie bei der Artillerie in letzter Zeit gewaltig gestiegen. Das zeigt schon der Vergleich einiger charakteristischer Beispiele aus dem Deutsch-Französischen Kriege 1870/71 und dem Russisch-Japanischen Kriege 1904/05. So haben im mandschurischen Feldzug die Russen in der Schlacht bei Liauyang mehr als die Hälfte des Gewichtes an Artilleriemunition verbraucht als die deutschen Heere im ganzen Kriege 1870/71, und an Gewehrmunition über ein Drittel. Nach dem russischen Generalstabswerk hat die russische Infanterie in der Schlacht

am Schaho im Durchschnitt 195 und bei Mukden 196 Patronen aus jedem Gewehr verschossen; einzelne Regimenter, die einen besonders hartnäckigen Verteidigungskampf zu führen hatten, kamen bis auf 400 Patronen für Gewehr und Schlachttag. Im Kriege 1870/71 errechnet sich dagegen der Durchschnittsverbrauch für jedes Gewehr auf deutscher Seite nur auf 56 Patronen und der Höchstbetrag an einem Schlachttag beträgt nur 200 Patronen. Die russische Artillerie verfeuerte aus jedem Geschütz in der Schlacht bei Liauyang 240, am Schaho 170 und bei Mukden 480 Schuß. Welch ein Unterschied, wenn man bedenkt, daß im Kriege 1870/71 auf Seite der deutschen Artillerie nur ganz selten ein Geschütz an einem Schlachttag mehr als 200 Schuß abgegeben hat und daß die Durchschnittszahlen für die einzelnen Schlachttage sehr viel geringer waren, z. B. für Wörth 40, St. Privat 53, Sedan 37 Schuß. In der Schlacht bei Mukden hat die russische Feldartillerie ungefähr 487 200 Geschosse verschossen; im Kriege 1870/71 betrug dagegen der Verbrauch der deutschen Artillerie im freien Felde während des ganzen Feldzuges nur etwa 338 000 Geschosse; davon entfällt auf die Schlacht von St. Privat, in der bekanntlich die meiste Munition verfeuert worden ist, der zehnte Teil, also ungefähr 33 800 Schuß.

Noch deutlicher tritt das riesige Anwachsen des Munitionsverbrauches zutage, wenn man sich den Munitionsaufwand im jetzigen Kriege vor Augen führt. Genaue Zahlen lassen sich natürlich vorläufig noch nicht angeben. Aber aus den Nachrichten, die an die Öffentlichkeit gelangt sind, geht hervor, daß der Munitionsverbrauch alles Bisherige in ganz unglaublichem Maße übertrifft. So soll nach den Mitteilungen im französischen Armeeblatt „*Bulletin des Armées*“ eine der beiden Parteien an einem einzigen Tage auf einer Front von 8 km 100 000 Granaten verschossen haben; dabei soll die Zahl der Treffer auf jeden Meter der Front sechsmal höher gewesen sein als in den heißesten Tagen des Krieges 1870/71. Nach einem offiziellen Bericht der französischen Heeresleitung vom 17. Juni 1915 hat die französische Artillerie im Norden von Arras innerhalb 24 Stunden 300 000 Geschosse verfeuert, deren Gesamtgewicht auf 4 500 000 kg bemessen werden kann. Aus den russischen Berichten ist zu schließen, daß die Deutschen im Verlauf der großen Schlacht in Galizien 700 000 Geschosse abgefeuert haben. Nach Äußerungen in den „*Neuen Züricher Nachrichten*“ sind bei der großen französischen Offensive vom 22. bis 25. September in der Champagne auf der Hauptangriffsstelle von 25 km Breite auf französischer Seite stündlich 900 000 Schüsse gefallen; es sind also in den 3 Tagen auf diese 25 km Front über 50 Millionen Schüsse abgegeben worden. Man kann sich vorstellen, welche Unsummen von Munition bei der ganzen Offensive verbraucht worden sind, wenn man berücksichtigt, daß die Angriffe auf der ganzen Front stattgefunden haben. Und man wird erkennen, welch ungeheurer Munitionsaufwand notwendig war, damit die französische Artillerie bei ihrem Durchbruchsversuch am 24. Oktober sich wieder ein Trommelfeuer von 43 Stunden leisten konnte.

Dieser ins Riesenhafte gesteigerte Munitionsverbraucht hat seinen Grund in der gewaltigen Leistungsfähigkeit der neuzeitlichen Feuerwaffen und den enormen Anforderungen der neuzeitlichen Gefechtsführung. Die modernen Schnellfeuerwaffen (Mehrladegewehre, Maschinengewehre und Schnellfeuergeschütze) brauchen infolge ihrer Konstruktion und ihrer Feuergeschwindigkeit an sich schon erheblich mehr Munition. Durch die größeren Schußweiten wird der Kampf aus weiteren Entfernungen begonnen, und es ist daher zur Durchführung des Feuergefechtes wiederum mehr Munition notwendig. Dabei verlangen die Art der Ziele, ihre schwere Erkenntlichkeit, ihre Formen, das Streben nach Deckung, die gesteigerte Gewandtheit in der Ausnützung der Deckungen und in der Geländeverstärkung trotz der erhöhten Wirksamkeit der Waffen einen größeren Munitionsaufwand, wenn eine entscheidende Wirkung erzielt werden soll. Dazu kommt noch, daß durch das überall zutage tretende Streben nach Feuerüberlegenheit sowie nach örtlicher und zeitlicher Zusammenfassung der Wirkung, nach entscheidender Feuerwirkung, der Munitionsbedarf schon für die Herbeiführung der einzelnen Entscheidungen wesentlich höher ist. Es liegt daher auf der Hand, daß bei der Größe der heutigen Heere und bei der langen Dauer der modernen Kampfhandlungen, sowohl der Schlachten wie der Stellungskämpfe, ganz ungeheure Munitionsmengen erforderlich sind. Vor allem hat sich der Stellungskrieg zu einem ausgesprochenen Munitionskampf entwickelt. Ein ausreichender Munitionsvorrat ist aber unerläßliche Bedingung für die Kampfkraft der Truppe in allen Kampflagen. Denn er ist notwendig im Angriff, um am Entscheidungspunkt nach Zeit und Ort die Wirkung aufs höchste zu vereinigen, und in der Verteidigung, um ihre Schwächen auszugleichen; bei der Verfolgung, um die Niederlage des Feindes zur völligen Auflösung zu steigern, und beim Rückzug, um das Loslösen vom Feinde zu ermöglichen.

Der für den ersten Bedarf notwendige Munitionsvorrat wird von der Truppe selbst mitgeführt. Diese Munitionsausrüstung der Truppen ist auf die Truppe selbst und auf die dieser nachfolgenden Kolonnen entsprechend verteilt. Bei der deutschen Infanterie trägt

jeder Mann 150 Patronen bei sich, die teils in den Patronentaschen, teils im Tornister untergebracht sind. In den zweispännigen Kompagnie-Patronenwagen, die zur Gefechtsbagage gehören und der Truppe überallhin unmittelbar folgen, werden für jeden Mann noch weitere 70—80 Patronen mitgeführt; in schwierigem Gelände, wo diese Munitionswagen den Bewegungen der Truppe nicht mehr folgen können, werden diese durch Tragetiere ersetzt. Ein weiterer Vorrat wird in den Infanteriemunitionskolonnen des Armeekorps nachgeführt, die aus vier- oder sechsspännigen Munitionsfahrzeugen bestehen. Die Maschinengewehre, die bekanntlich die gleiche Munition wie die Infanterie haben, führen ihren ersten Schießbedarf ebenfalls in eigenen Munitionswagen mit; hier sind jedoch die Patronen auf Patronengurten befestigt, von denen jeder 250 Patronen enthält und in einem eigenen Patronenkasten gelagert ist. Der weitere Vorrat wird auch hier in den Infanteriemunitionskolonnen nachgeführt. Bei der Artillerie ist die Munitionsausrüstung nach der Geschützart und dem Kaliber verschieden. Die Feldartillerie, bei der zu jedem Geschütz ein Munitionswagen gehört, dessen Hinterwagen in der Feuerstellung unmittelbar neben dem Geschütz steht, hat für jede Kanone 138, für jede leichte Feldhaubitze 90 Schuß in der Gefechtsbatterie, d. h. in den Geschützprotzen und Munitionswagen. In der zu jeder Abteilung gehörenden leichten Munitionskolonne befinden sich für jedes Geschütz noch weitere 120 bzw. 70 Schuß. Weiteren Bedarf haben endlich die Artilleriemunitionskolonnen des Armeekorps. Bei der schweren Artillerie, den schweren Feldhaubitzen- und Mörserbataillonen, wird die Munitionsausrüstung in ähnlicher Weise mitgeführt; auch hier sind die Munitionsvorräte auf Munitionswagen, leichte Munitionskolonnen und Fußartilleriemunitionskolonnen verteilt.

Die Ergänzung der Truppenausrüstung geschieht durch die aus der Heimat nachgeführte Munition. Dieser Nachschub ist aber nur möglich, wenn die nötigen Munitionsmengen hierzu vorhanden sind. Deshalb waren schon im Frieden in den Artilleriedepots reichliche Bestände an Infanterie-, Feldartillerie- und Fußartilleriemunition für den Kriegsfall niedergelegt. Durch die Kriegsgliederung sind die Artilleriedepots mit ihren Munitionsbeständen auf die verschiedenen Armeen verteilt, so daß jede Armee für die Munitionsversorgung ihre bestimmten Depots zugewiesen hat. Bei diesen Depots haben zu Beginn des Krieges die Truppen ihre erste Munitionsausrüstung empfangen und sind die Truppenmunitionskolonnen beladen worden. Der Munitionsersatz in der ersten Zeit ist gleichfalls aus den im Frieden in diesen Depots niedergelegten Vorräten erfolgt, indem diese planmäßig durch Vermittlung der Etappe nachgeführt worden sind. Da die vorhandenen Bestände aber nur für einen eng begrenzten Zeitraum ausreichen konnten, wurde sofort bei Kriegsausbruch auf die Neuanfertigung von Munition Bedacht genommen. Die während des Krieges hergestellte Munition wird ebenfalls in den Artilleriedepots niedergelegt und dort für den Nachschub bereitgehalten.

Damit die erforderlichen Munitionsbestände auch während des Krieges jederzeit zur Verfügung stehen, ist die Heranziehung aller Ersatzquellen und unausgesetzte, emsige Arbeit nicht nur der staatlichen Anstalten und Fabriken, sondern auch der privaten Industrie, von Handel, Gewerbe und Handwerk notwendig. Denn wir sind bei der Herstellung der Munition ausschließlich auf die Leistungsfähigkeit unseres eigenen Landes angewiesen, weil die Zufuhr aus dem Ausland abgeschnitten ist. Deshalb müssen nicht nur die Hilfsmittel des Heimatlandes, sondern auch die der besetzten feindlichen Gebiete, die bereits unter deutsche Verwaltung gestellt sind, nach Kräften ausgenützt werden. Dazu bedarf es vor allem durchgreifender Maßnahmen, daß die im Lande vorhandenen Rohstoffe und Materialien der Munitionserzeugung zugeführt werden und ihrer Verwendung zu anderen Zwecken vorgebeugt wird. Die Staatsfabriken können bei dem gewaltigen Munitionsverbrauch die gesamten Munitionsbedürfnisse unmöglich allein befriedigen. Deshalb sind neben den militärtechnischen Instituten und den staatlichen Fabriken zahlreiche Privatunternehmungen fortwährend und mit Hochdruck mit der Anfertigung von Munition beschäftigt. Dabei sind an der Munitionserzeugung nicht bloß die im Frieden schon vorhandenen privaten Munitionsfabriken beteiligt; auch zahlreiche andere Fabrikationszweige, die sich sonst mit der Fabrikation von Munition nicht befassen, sondern andere Gegenstände erzeugen, sind jetzt zur Munitionsanfertigung übergegangen und haben die Herstellung von Munition oder Munitionsteilen aufgenommen. Aber nicht nur die fabrikmäßige Erzeugung, sondern auch Handwerk und Kleingewerbe helfen bei der Munitionsbeschaffung mit; denn sowohl die Armeeverwaltung als auch die größeren Privatunternehmungen sind vielfach genötigt, zur Bewältigung der Aufträge Kräfte des Handwerkes und Kleingewerbes heranzuziehen. Nur so ist es der deutschen Heeresverwaltung möglich, den außerordentlich hohen Munitionsbedarf zu decken. Daß sie diesen großen, alle Erwartungen weit übersteigenden Anforderungen ohne jede Stockung in der Munitionsversorgung nachkommen kann, ist ein deutlicher Beweis für die tatkräftige, zielbewußte

militärische Leitung und für die hohe Leistungsfähigkeit unserer militärischen Anstalten und unserer Privatindustrie.

Zur Munitionsversorgung gehört aber nicht nur die Herstellung und Bereitstellung der erforderlichen Munitionsbestände in der Heimat, sondern auch ihre Nachführung in das Operationsgebiet. Denn die Truppe kann den Munitionsersatz nur durchführen, wenn ihr hierzu die Munition rechtzeitig zugeführt wird. Dieser Munitionsnachschub ist Sache der Etappe und liegt bei jeder Armee in der Hand der Etappeninspektion. Diese hat dafür zu sorgen, daß im Etappengebiet jederzeit genügende Vorräte für den Munitionsersatz vorhanden sind und daß die zur Ergänzung der Truppenbestände nötige Munition dem Feldheer rechtzeitig nachgeführt wird. Zur Lösung dieser Aufgabe verfügt die Etappeninspektion über die im Heimatgebiet bereitgehaltenen Munitionsbestände, die nach Bedarf ins Etappengebiet übergeführt, dort niedergelegt und von hier aus nach Bedarf der Truppe zugeführt werden. Das Vorführen ins Etappengebiet geschieht durch eigene Munitionszüge oder -schiffe, die mit den Beständen der heimatlichen Artilleriedepots beladen werden. Ihr Inhalt wird in die Etappenmunitionsdepots entladen, die zu diesem Zwecke im Etappengebiet angelegt und ähnlich wie die Artilleriedepots im Heimatgebiet eingerichtet sind. Mit dem Vorschreiten der Operationen werden auch diese Munitionsdepots immer weiter nach vorn verlegt, damit die Entfernung zur Truppe nicht zu groß wird. Zu dieser Verlegung werden nach Möglichkeit Eisenbahnlinien oder Wasserstraßen, unter Umständen auch eigens angelegte Feldbahnen benützt. Sind solche Nachschubmittel nicht vorhanden oder genügen sie nicht, dann werden die Etappenmunitionskolonnen hierzu verwendet. Dies sind zum Teil Pferde-, zum Teil Lastkraftwagenkolonnen. Letztere können große Entfernungen rasch zurücklegen und haben erheblich größeres Fassungsvermögen. Sie werden daher besonders bei unerwartet eintretendem Bedarf und durch möglichst weites Vorziehen ins Operationsgebiet ausgenützt; auch dienen sie mit Rücksicht auf ihre Tragfähigkeit namentlich zum Fortschaffen der schweren Munition der großen Kaliber. Bei den vordersten Etappenmunitionsdepots empfangen nun die Munitionskolonnen der Armeekorps, um die Munition zur fechtenden Truppe vorzubringen. Ist der Weg, den die Truppenmunitionskolonnen hierbei zurückzulegen haben, zu groß, oder ist ein stärkerer Munitionsverbrauch vorauszusehen, so wird die Munition aus den Munitionsdepots durch die Etappenmunitionskolonnen an eigene Munitionsausgabestellen vorgeführt, die von der Etappe möglichst dicht hinter der Armee eingerichtet, dauernd nachgefüllt und im weiteren Verlauf der Operationen entweder zu Etappenmunitionsdepots umgewandelt oder wieder aufgelöst werden. Bei diesen Ausgabestellen findet dann der Empfang der Infanterie- und Artilleriemunitionskolonnen statt, aus denen wiederum die Ergänzung der Patronen- und Munitionswagen der fechtenden Truppen erfolgt.

Die glatte Durchführung dieses Munitionsnachschubes stellt an die Etappe gewaltige Anforderungen. Sie macht vor allem eine vorausschauende Regelung nötig, erfordert aber trotzdem wieder große Anpassungsfähigkeit an die wechselnden Verhältnisse des Krieges. Denn die Munitionsversorgung geht im raschen Bewegungskrieg anders vor sich als beim langwierigen Stellungskrieg, im Krieg auf dem gut gangbaren Flachland anders als beim schwierigen Gebirgskrieg. Und die Munitionsnachführung ist beim Vormarsch anders als in der Schlacht, während ruhigerer Kampfzeiten anders als vor der Entscheidung. In jedem Fall handelt es sich aber für die Etappe darum, den Munitionsersatz in der zweckmäßigsten Weise sicherzustellen.

Wie verschiedenartig sich der Munitionsnachschub gestaltet, ist aus folgenden kurzen Hinweisen zu ersehen. Im Stellungskrieg zum Beispiel handelt es sich um das unausgesetzte Herbeischaffen ganz großer Munitionsmengen. Hier ist aber der Munitionsersatz wesentlich leichter und einfacher als im flott vorwärtsgehenden Bewegungskrieg. Denn hier gestattet es das lange Verbleiben der Truppen in demselben Raum, die Munitionsdepots als ständige Anlagen einzurichten und vor allem das Eisenbahnnetz in weitestgehendem Maße auszubauen. Dadurch ist ein Vorführen der Munitionszüge und der Kraftwagenkolonnen unter Umständen sogar bis an die fechtende Truppe und damit auch die Munitionsausgabe unmittelbar an diese, also ohne Umladung auf die Truppenkolonnen, möglich. Im Gebirgskrieg verlangen es die Verhältnisse, daß von der sonst üblichen Art des Nachschubes ganz abgewichen wird. Hier können Fahrzeugkolonnen mit Pferdebespannung und Kraftwagenkolonnen nur in sehr beschränktem Maße verwendet werden, weil sie nicht vorwärts kommen. Hier muß die Weiterbeförderung der Munition nicht nur bei der fechtenden Truppe selbst, sondern auch im Etappengebiet meist durch Tragtierkolonnen geschehen. Bei Stellungskämpfen im Gebirge dagegen ermöglichen unter Umständen Drahtseilbahnen oder Aufzüge den Transport der Munition auch in ganz schwieriges Gelände, so daß auch hier trotz der ungünstigen Verhältnisse ein geregelter und ausreichender Munitionsnachschub gewährleistet ist. Wenn eine Ent-

scheidung bevorsteht, handelt es sich darum, möglichst große Munitionsvorräte dicht hinter der Armee bereitzustellen. Hier werden nicht nur die Munitionszüge soweit als möglich vorgeführt, sondern auch alle verfügbaren Etappenkolonnen dem Munitionsnachschub dienstbar gemacht. Sie schaffen in ständigem Pendelverkehr die Munition aus den Zügen und Schiffen an die Ausgabestellen. Während der Kämpfe geht die Munitionszufuhr unausgesetzt weiter. Hier fahren unter Umständen die Munitionszüge so nahe an die Armee heran, daß die Korpskolonnen unmittelbar aus ihnen empfangen können. Oft gehen aber auch die Etappenkolonnen bis auf das Gefechtsfeld vor und geben die Munition unmittelbar an die Truppenfahrzeuge aus. Dabei kann besonders die hohe Leistungsfähigkeit der Etappenlastkraftwagenkolonnen ausgenutzt werden. Nach der Schlacht, besonders bei der Verfolgung nach siegreichem Kampfe, ist rascher und erhöhter Munitionsnachschub unerläßlich; hier können gleichfalls die Kraftwagen ausschlaggebend zur Geltung kommen.

Der Munitionsersatz bei der Truppe geht nun folgendermaßen vor sich. Bei der Infanterie wird vor Eintritt in das Gefecht der Inhalt der Patronenwagen ganz oder teilweise auf die Mannschaften verteilt. Die leeren Patronenwagen holen frische Munition aus der weiter rückwärts haltenden Infanteriemunitionskolonne. Aus den wieder gefüllten Patronenwagen wird die Munition der fechtenden Truppe durch die in die Feuerstellung einschiebenden Verstärkungen vorgebracht. Dabei wird eintretender Munitionsmangel durch Zeichen aus der Gefechtslinie nach rückwärts gemeldet. Den Verwundeten und Gefallenen wird die Munition abgenommen und weiterverwendet. Bei der Feldartillerie, die neben jedem Geschütz den zugehörigen Munitionshinterwagen stehen hat, wird den Protzen der Geschütze und der Munitionswagen die Munition entnommen und neben den Geschützen niedergelegt. Leere Munitionswagen der Gefechtsbatterie werden gegen volle Munitionswagen der leichten Munitionskolonne ausgetauscht. Die leeren Fahrzeuge dieser Kolonne füllen auf bei der weiter rückwärts befindlichen Artilleriemunitionskolonne. Bei der schweren Artillerie gelten die gleichen Grundsätze. Bei den schweren Kalibern kommt es jedoch häufig vor, daß die Munitionskraftwagenkolonnen bis an die Geschütze selbst heranfahren und diesen ihre Munition ohne Umladung zuführen. Die Munitionsergänzung bei den Truppen besteht, wie man sieht, aus einer ständigen Hin- und Herbewegung der Patronen- und Munitionswagen sowie ganzer und geteilter Munitionskolonnen, indem die leeren Wagen immer weiter nach rückwärts abgeschoben werden, während volle von hinten nach vorn, zum Teil bis auf das Gefechtsfeld, vorgeholt werden.

Der ganze Munitionsersatz, wie er sich von den Artilleriedepots des Heimatlandes bis zur vordersten Linie der kämpfenden Truppe vollzieht, erfordert das richtige Ineinandergreifen aller Teile der Munitionsversorgung. Daß dies bei uns im deutschen Heere in hervorragendem Maße der Fall ist, dafür spricht die Tatsache, daß bisher allen Anforderungen des Munitionsbedarfs in jeder Beziehung nachgekommen werden konnte. Und das ist ein untrügliches Zeichen für das Organisationstalent unserer militärischen Stellen und die Vorzüglichkeit unserer Munitionsversorgungsorganisation. [1207]

Sandstrahlgebläse und ihre Verwendung in der Technik.

Von Oberingenieur Otto Bechstein.

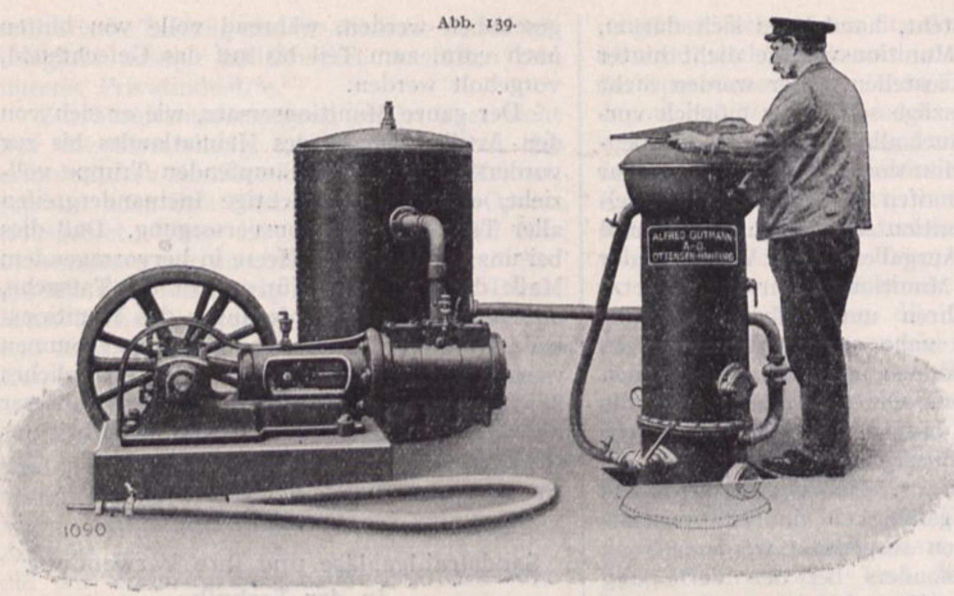
Mit fünfzehn Abbildungen.

(Fortsetzung von Seite 233.)

Zum Mattieren von Tafelglas und zum Herstellen von Firmenschildern in Schwarz- und Spiegelglas dient u. a. das Druckluftsandstrahlgebläse, Abb. 139, bei dem der von unten nach oben wirkende Sandstrahl auf das über der Düse hin und her bewegte Arbeitsstück trifft. Auch Steinplatten, Marmor, Granit, Syenit und andere Steine werden mit Hilfe dieses Gebläses mit vertieften oder erhabenen Schriften, Flachornamenten und anderen Verzierungen versehen, wobei jeder ungeübte Arbeiter, unter Verwendung geeigneter Schablonen, so genaue und scharfe Arbeit erzielt, wie sie von der Hand des den überdies äußerst langsam arbeitenden, Meißel führenden geübten Bildhauers nicht besser geleistet werden kann. Für das Bearbeiten größerer Steine wird dieses Sandstrahlgebläse mit einem Schlauche versehen und dadurch zum sogenannten Freistrahlgebläse umgewandelt, dessen Düse von der Hand des Arbeiters über die zu bearbeitende Fläche hinweggeführt wird. Auch Reliefarbeiten in Holz als Ersatz für teure Holzbildhauerarbeiten, werden mit Hilfe solcher Sandstrahlgebläse mit Erfolg ausgeführt. Zu den feineren Arbeiten des Sandstrahlgebläses sind dann ferner noch das Körnen von Zinkdruckplatten und das Gravieren von Tapetendruckwalzen zu rechnen.

Durchweg gröbere Arbeit als in den bisher erwähnten Industriezweigen leistet aber der Sandstrahl in der Metall-, besonders in der Eisenindustrie. Hier findet das Sandstrahlgebläse besonders ausgedehnte Anwendung zum Putzen der aus der Form kommenden Gußstücke. Da es sich dabei um möglichst kräftige Wirkung

Abb. 139.



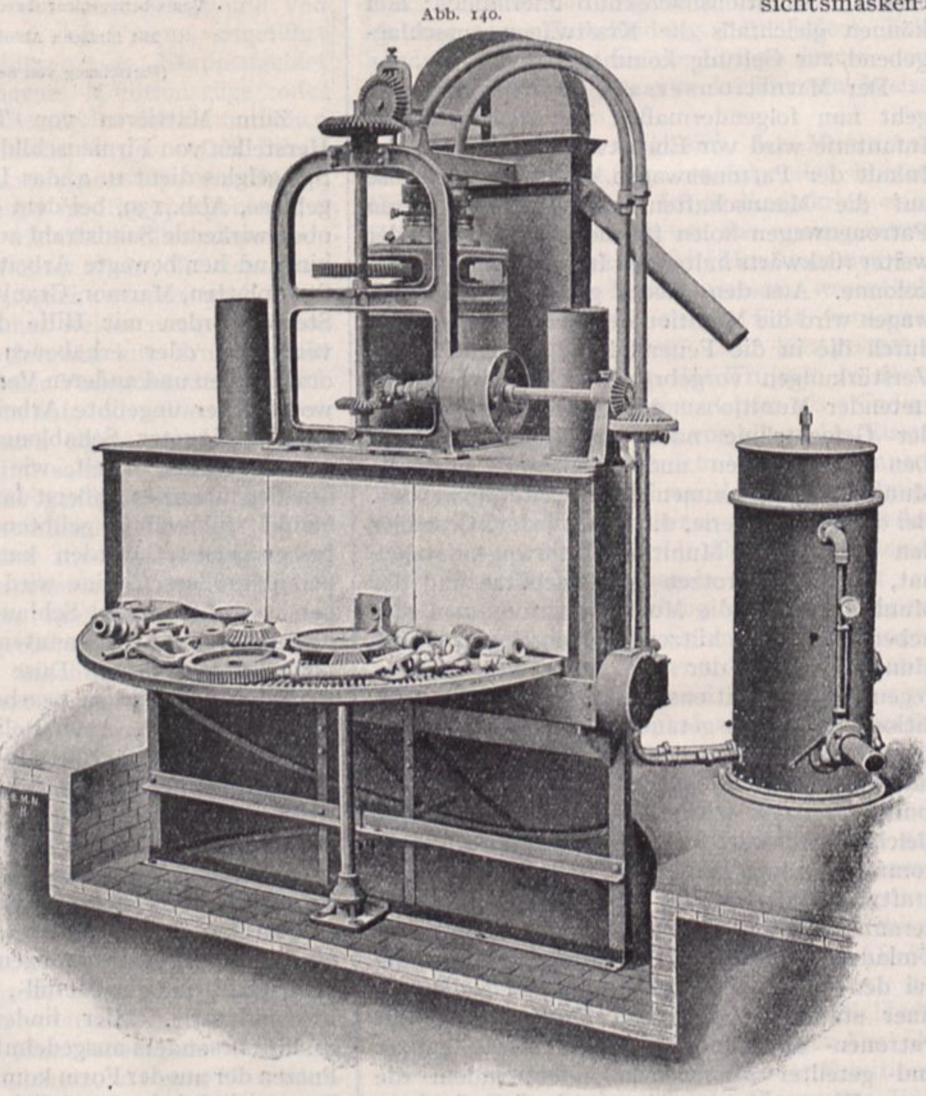
Druckluftsandstrahlgebläse zur Herstellung von Schriften und Verzierungen auf Glas- und Steinplatten.

änderung der Lage des zu putzenden Stückes an jede Stelle desselben heranzuführen und dadurch alle Ecken und Winkel sauber auszufegen. Gegen die Staubbelästigung beim Gußputzen mit dem Freistrahlgebläse sind die Arbeiter mit Schutzhelmen oder Gesichtsmasken

des Sandstrahles handelt, kommen grober Sand und große Geschwindigkeit des Sandes, also fast ausschließlich Druckluftsandstrahlgebläse, in Betracht, deren guter Wirkungsgrad bei den großen Mengen zu schleudernden Sandes, um die es sich beim Gußputzen handelt, besonders ins Gewicht fällt. Es kommen, je nach Art und Größe der zu behandelnden Gußstücke, sowohl Freistrahlgebläse als auch Sandstrahlgebläse in Verbindung mit sogenannten Rotationstischen und Putzhäusern zur Anwendung.

Für größere Gußstücke erweist sich das Freistrahlgebläse besonders geeignet, da es gestattet, den Sandstrahl ohne Ver-

Abb. 140.

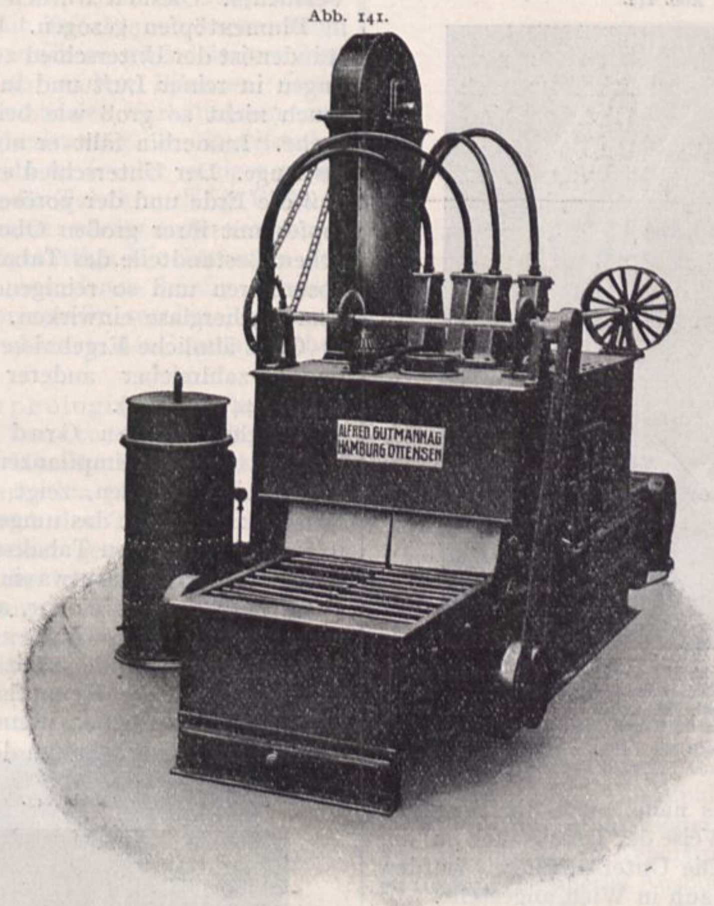


Rotationstisch mit Drucksandstrahlgebläse.

auszurüsten. Erheblich eingeschränkt wird die Staubentwicklung durch die Sandstrahlgebläse mit Rotationstischen, Abbildung 140, bei denen die auf langsam rotierenden Platten liegenden Gußstücke in einem durch geeignete Vorhänge abgeschlossenen Raume vom Sandstrahl getroffen werden, aus dem der sich entwickelnde Staub abgesaugt wird. Die Bedienung dieser Rotationstischanlagen beschränkt sich darauf, daß die zu putzenden Gußstücke auf den Tisch gelegt, nach einmaligem Passieren des Sandstrahles umgewendet und nach dem zweiten Durchgang gereinigt abgenommen und durch neue Stücke ersetzt werden.

Von besonderer Wichtigkeit ist bei diesen Putzanlagen naturgemäß die Führung des Sandstrahles, der so geleitet werden muß, daß alle Stellen der sich langsam fortbewegenden Stücke sicher, gleich stark und gleich lange getroffen werden. Das wird dadurch erreicht, daß man die Düse über der Tischplatte mit wechselnder Geschwindigkeit kreisen läßt, derart, daß die jeweilige Geschwindigkeit der kreisenden Düse sich genau der Geschwindigkeit des Punktes des rotierenden Tisches anpaßt, auf den gerade der Sandstrahl gerichtet ist. Dadurch wird erreicht, daß jede Stelle des Tisches gleich lange beblasen und mit einer gleichen Menge Sandes bestreut wird, so daß die reinigende Wirkung des Sandstrahles sich gleichmäßig über alle zu putzenden Teile verteilt. Für besonders lange Gußstücke werden an Stelle des rotierenden Tisches unter den bewegten Düsen endlos umlaufende Transportgurte, Ketten mit Sprossen aus Flacheisen, sogenannte Sprossentische verwendet, Abb. 141, für nur kleine Gußstücke werden die rotierenden Tische in mit Türen versehene geschlossene Mäntel eingebaut, an Stelle der Tische kommen auch rotierende Trommeln mit feststehenden Düsen zur Anwendung, und für eine Reihe von Sonderzwecken sind andere dem jeweiligen Falle besonders angepaßte Sonderbauarten von Gußputzmaschinen mit Sandstrahlgebläse in Gebrauch. Ein Druckluftsandstrahlgebläse zum Putzen von Geschoßkörpern und ähnlichen zylindrischen Stücken möge als zurzeit besonders interessant noch erwähnt werden. Die Granaten werden in verschließbaren Kammern auf Spindeln aufgesteckt, die sich um ihre Achse drehen und außerdem sich aufwärts und abwärts in der Richtung ihrer Achse bewegen, so daß jeder Punkt der Granate an der feststehenden Düse vorbeigeführt und vom Sandstrahl getroffen wird.

Abb. 141.



Drucksandstrahlgebläse mit Sprossentisch.

(Schluß folgt.) [1035]

Tabakrauch und Pflanze.

Von Dr. phil. O. Damm.

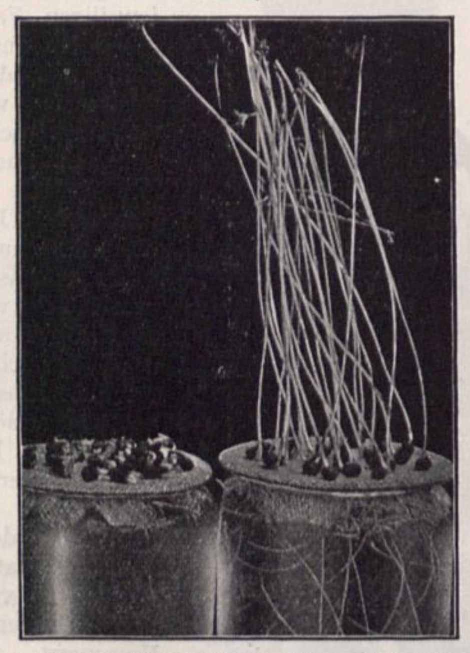
Mit vier Abbildungen.

In den Kreisen der Gärtner wurde bis vor kurzem ganz allgemein die Anschauung vertreten, daß der Tabakrauch keine schädliche Wirkung auf das Wachstum der Pflanze ausübe. Die Annahme gründete sich auf die gärtnerische Praxis, wonach man in Gewächshäusern, deren Pflanzen von Blattläusen befallen sind, größere Mengen Tabakrauch erzeugt. Nach einem solchen Räucherungsprozeß sterben die Blattläuse regelmäßig ab; die Pflanzen dagegen erleiden anscheinend keinerlei Schaden.

Nachdem eine ganze Reihe von Forschern neuerdings gezeigt hatte, daß selbst Spuren

von Leuchtgas, wie sie sich in den physiologischen Laboratorien regelmäßig vorfinden, einen schädlichen Einfluß auf wachsende Keimpflan-

Abb. 142.



Keimpflanzen der Futterwicke (*Vicia sativa*). Wasserkulturen bei Abschluß des Lichtes; rechts in reiner Luft, links in Luft, der bei Beginn des Versuchs einmal Tabakrauch (3 Zigarettenzüge auf 4,3 Liter Luft des Versuchsraums) beigemischt wurde. (Nach Molisch.)

zen ausüben, lag es nahe, auch die Frage zu prüfen, in welcher Weise der Tabakrauch auf die Pflanze einwirkt. Die Untersuchungen wurden von Professor Molisch in Wien angestellt.

Der Forscher brachte junge Keimpflanzen der Wicke (*Vicia sativa*) auf ein Tüllnetz, das über ein mit Leitungswasser gefülltes Glas gespannt war (Abb. 142). Die Würzelchen der Keimlinge tauchten in das Wasser; die Stengelchen mit den Keimblättern ragten über das Tüllnetz empor. Zwei solcher Gläser wurden mit je einem umgestülpten großen Becherglas von 4,3 l Inhalt bedeckt und unten mit Wasser abgesperrt. Dann blies der Experimentator mit Hilfe eines gebogenen Glasrohres drei Züge Tabakrauch einer Zigarette oder Zigarre in den Raum des einen Becherglases. Das andere Becherglas dagegen blieb rauchfrei; es enthielt reine atmosphärische Luft. Um das Licht vollständig abzuhalten, wurden beide Bechergläser mit Zinkstürzen bedeckt. Nunmehr kamen die Pflanzen im Gewächshause zur weiteren Entwicklung. Nach 6 Tagen bot der Versuch den Anblick, den Abb. 142 wiedergibt.

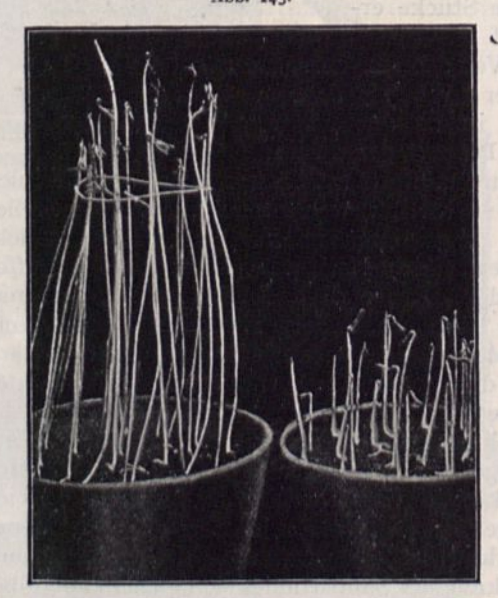
Die Abbildung lehrt, daß der Tabakrauch das Wachstum der jungen Keimpflanzen in hohem Maße schädigt. Im Gegensatz zu den Pflanzen, die in reiner Luft wachsen, bleiben die Stengel ganz kurz, werden dicker als sonst und wachsen schief, wagerecht oder sogar nach unten.

Abb. 143 zeigt das Resultat eines ähnlichen Versuches. Diesmal wurden aber die Pflanzen in Blumentöpfen gezogen. Unter diesen Umständen ist der Unterschied zwischen den Keimlingen in reiner Luft und in Luft mit Tabakrauch nicht so groß wie bei dem ersten Versuche. Immerhin fällt er noch deutlich genug ins Auge. Der Unterschied erklärt sich daraus, daß die Erde und der poröse Ton des Blumentopfes mit ihrer großen Oberfläche die schädlichen Bestandteile des Tabakrauches zum Teil absorbieren und so reinigend auf die Luft in dem Becherglase einwirken.

Ganz ähnliche Ergebnisse wurden an Keimlingen zahlreicher anderer Pflanzen erzielt (Abb. 144 und 145).

Welchen hohen Grad von Empfindlichkeit die Keimpflanzen gegenüber dem Tabakrauch besitzen, zeigt folgender einfache Versuch: Man füllt das umgestülpte Becherglas mit einer Wolke von Tabakrauch, sperrt es mit Wasser ab und läßt es etwa einen Tag lang stehen. Dann hebt man es empor, schwenkt es mehrmals hin und her, so daß es ausschließlich mit atmosphärischer Luft gefüllt ist, und stülpt es nun erst über die Keimpflanzen. Auch jetzt läßt sich ein deutlicher, wenn auch schwächerer Einfluß auf das Wachstum der jungen Pflanzen

Abb. 143.



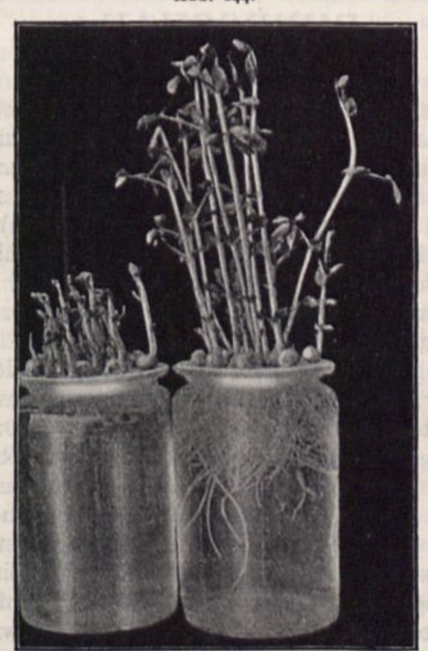
Wickenkeimlinge (*Vicia sativa*) in Blumentöpfen mit Erde bei Lichtabschluß kultiviert; links in reiner Luft, rechts in Luft mit Tabakrauch. (Nach Molisch.)

konstatieren. Die Wirkung rührt von gewissen Produkten des Tabakrauches her, die sich auf der Innenseite des Becherglases kondensiert haben.

Nicht nur auf Keimpflanzen übt der Tabakrauch eine schädliche Wirkung aus; er beeinflußt auch das Wachstum entwickelter Pflanzen in ungünstigem Sinne. So werfen u. a. viele Pflanzen in Luft, die mit Tabakrauch verunreinigt ist, die Blätter oft in überraschend kurzer Zeit (24—48 Stunden) ab; andere Pflanzen, deren Laubblätter unter normalen Verhältnissen eine violett-rote Farbe besitzen, z. B. *Strobilanthes Dyerianus*, entwickeln mehr oder weniger grüne Blätter, so daß also der Tabakrauch die Bildung des Anthokyans hemmt; wieder andere erzeugen an den Stengeln eigenartige Wucherungen der sog. Rindenporen, aus denen häufig Flüssigkeitstropfen hervorgepreßt werden, während sonst die Organe im Dienste des Gasaustausches stehen.

Mit den morphologischen Veränderungen gehen anatomisch-physiologische Hand in Hand. Wie in der Atmosphäre gewisser Narkotika (Äther, Chloroform) kommt es auch durch den Tabakrauch in den Pflanzenzellen zu einer gewaltigen Steigerung des Turgors, d. h. des hydrostatischen Drucks. Die Turgorsteigerung beträgt durchschnittlich 5—10 Atmosphären, bei Keimpflanzen im Licht sogar bis zu 14 Atmosphären. Infolge der außerordentlichen Turgorsteigerung erfahren die parenchymatischen Zellen eine starke Vergrößerung. Das abnorme Dickenwachstum der Stengel in Rauchluft ist daher nicht auf eine Vermehrung der Zellen, sondern auf Zellwachstum zurückzuführen. Auch die Epidermiszellen, die Spaltöffnungen und die Haare des Stengels werden durch die Turgorsteigerung stark beeinflußt. Die Epidermiszellen ändern nicht bloß ihre Größe, sondern auch ihre Gestalt; die Spaltöffnungen hypertrophieren; die Haare endlich zeigen allerlei Ausbuchtungen. Die Zellmembranen erfahren unter dem Einfluß des Tabakrauches höchst merkwürdige physikalisch-chemische Veränderungen.

Abb. 144.



Keimpflanzen der Saaterbse (*Pisum sativum*). Versuchsbedingungen wie bei Abb. 142, nur daß die Kulturen im Lichte standen. (Nach Molisch.)

Abb. 145.



Keimlinge der Gemüsebohne (*Phaseolus vulgaris*). Unter den Bedingungen wie in Abb. 142 kultiviert. (Nach Molisch.)

Noch viel energischer als auf höhere Pflanzen wirkt der Tabakrauch auf niedere Organismen, z. B. Bakterien und Urtiere. Er führt hier sogar regelmäßig den Tod herbei.

Molisch hat die entsprechenden Versuche in der Weise angestellt, daß er die Mikroorganismen, die sich im „hängenden Tropfen“ befanden, in der „feuchten Kammer“ direkt unter dem Einfluß des Tabakrauches beobachtete. Die feuchte Kammer wurde immer nur ein einziges Mal mit Tabakrauch beschickt. Gewisse Amöben begannen schon nach 5—10 Minuten ihre Bewegungen einzustellen. Sie rundeten sich ab, trieben allerlei hyaline Aussackungen, und nach etwa 30 Minuten zerfiel ihr Körper. Stiellose Glockentierchen (*Vorticella*) hörten nach 15 Minuten auf zu schwimmen; nach 2—3 Stunden waren sie abgestorben. Das Bakterium *Beggiatoa alba* wurde bereits nach 40 Minuten abgetötet.

Mit welcher Geschwindigkeit sich die schädigende Wirkung des Tabakrauches auf Mikroorganismen geltend macht, läßt sich sehr schön an Leuchtbakterien zeigen. Auf ein Stück Filtrierpapier bringt man einen Tropfen Bouillon, die das marine Leuchtbakterium *Pseudomonas lucifera* enthält. Der Tropfen leuchtet im Dunkeln wie eine kleine Sonne. Legt man nun das Papier in eine verschließbare Glasdose und bläst einen Zug Tabakrauch in die Dose, so beobachtet man, daß das Licht bereits nach 30 Sekunden bis 1 Minute erlischt. In reiner Luft dagegen leuchtet ein Tropfen der nämlichen Bouillon 1 Stunde lang und darüber mit ungeschwächter Kraft.

Wird das Papier, nachdem die Bakterien aufgehört haben zu leuchten, schnell aus der Glasdose genommen und in Meerwasser gelegt, so beginnt das Leuchten nach etwa 1—2 Minuten von neuem. Der Versuch läßt sich mehrfach wiederholen. Er zeigt, daß der Tabakrauch bei kürzerer Dauer ganz ähnlich wie Äther oder Chloroform als Narkotikum wirkt.

Die Ergebnisse der Versuche mit den Bakterien scheinen geeignet zu sein, auch das Interesse des Hygienikers zu wecken. Wenn der Tabakrauch die Bakterien abzutöten vermag, dann muß die Mundhöhle des Menschen durch das Rauchen bis zu einem gewissen Grade desinfiziert werden. Demnach wäre das Rauchen dem Raucher geradezu nützlich. Dem gegenüber dürfte aber auf der anderen Seite der schädliche Einfluß des Tabakrauchs auf die lebenden Zellen der Mundhöhle, der Atem- und Verdauungsorgane stehen.

Welcher Bestandteil des Tabakrauches ist es nun, der die schädliche oder gar tödliche Wirkung auf die Pflanzen ausübt? Diese Frage läßt sich nach dem bisherigen Stande unserer Kenntnisse nicht befriedigend beantworten. Zum Teil erklärt sich das daraus, daß die Kenntnis der Chemie des Tabakrauches noch viel zu wünschen übrig läßt. Wir wissen zwar, daß sich im Tabakrauch Nikotin, Pyridinbasen, Blausäure, Schwefelwasserstoff und Kohlenoxyd vorfinden; aber über die Bindung des Nikotins und über die Natur der Pyridinbasen ist Sicheres nicht bekannt.

Da nun das Nikotin für Menschen und Tiere bekanntlich ein gefährliches Gift darstellt, so lag die Vermutung nahe, daß ihm bei der Schädigung der Hauptanteil zufalle. Die Versuche, die in dieser Richtung angestellt wurden, lehrten aber merkwürdigerweise, daß das nicht zutrifft. Dagegen wirken die übrigen Bestandteile, ganz besonders das Kohlenoxyd, in hohem Maße schädlich. Hiermit im Einklang steht, daß auch der Rauch von brennendem Schreibpapier, Holz und Stroh, der gleichfalls das giftige Kohlenoxyd in größerer Menge enthält, aber vollständig nikotinfrei ist, eine ganz ähnliche Wirkung wie Tabakrauch auf Pflanzen ausübt.

Wenn man bisher in Gewächshäusern nach dem Räuchern keine Schädigungen der Pflanzen beobachtet hat, so erklärt sich das jedenfalls daraus, daß die Einwirkung des Tabakrauches zumeist nur eine Nacht andauert, daß die feuchten Wände, die Topferde, der Sand der Wege usw. den Rauch in hohem Maße absorbieren, und daß man das Gewächshaus nach dem Räuchern tüchtig zu lüften pflegt. In Räumen aber, die wenig gelüftet werden, in denen eine stärkere Absorption der Rauchbestandteile fehlt und in denen viel geraucht wird, leiden die meisten Pflanzen zweifellos in hohem Maße.

Es ist eine bekannte, jeden Blumenfreund betrübende Beobachtung, daß die Blumen in Wohnzimmern, besonders aber in Restaurants, häufig krank aussehen. Das kann verschiedene Ursachen haben. Mehrfach spielen Lichtmangel, Staub und Trockenheit der Luft eine große Rolle. In vielen Fällen aber läßt sich die Krankheit auf gasförmige Verunreinigungen der Luft, wie sie durch Leuchtgas, durch Heizgase und durch Tabakrauch entstehen, zurückführen. Welche Lehren der Blumenliebhaber hieraus zu ziehen hat, ergibt sich nach den Molischschen Untersuchungen von selbst. [837]

RUNDSCHAU.

(Raumformatnormen.)

Mit vier Abbildungen.

Dieselben allgemeinen Gründe, die zu der Forderung einer Flachformatreform (*Prometheus* Jahrgang XXVI, Nr. 1327, S. 426, Nr. 1337, S. 588; Jahrgang XXVII, Nr. 1358, S. 90) führen, weisen auf die Notwendigkeit einer analogen Reform auch der Raumformate hin, und zwar handelt es sich hier um die speziellen Formate der Raumrechtecke. Eine allgemeine Normierung dieser Formen ist weit umfassender als die der Flachformate, denn hier handelt es sich nicht hauptsächlich um Schreib- und Druckangelegenheiten, also um Papierformate. Rechteckige Raumformate treten uns vielmehr auf Schritt und Tritt in allen Lebensgebieten entgegen. Den Versuchen, Grundsätze aufzustellen zur Auslese ganz spezieller Raumformate für den Alltagsgebrauch, stehen also, verglichen mit der Flachformatreform, nicht nur die Schwierigkeiten entgegen, die durch das Hinzutreten der dritten Dimension bedingt sind, sondern auch die vor allem, welche die größere Allgemeinheit des Problems mit sich bringt.

Grundsätzlich zerfällt das Problem wieder in zwei Teile, in die Gewinnung einer Ausgangsnorm und in die systematische Ableitung der gesamten übrigen Normen. Für alle Normen ist

Form und Größe aufzustellen. Sollten sich für die endgültige Größe der Ausgangsnorm keine Anhaltspunkte ergeben, so kommt wiederum das Prinzip vom Anschluß an das Metersystem zur Anwendung. Die Art und Weise dieses Anschlusses, wenn er zu rechtfertigen und nicht bloß ein äußerlicher Zusammenhang sein soll, ruht auf einem analogen Gedankengang, wie er bei den Flachformaten zur Anwendung gekommen ist: Die Formate sind räumliche Gebilde, sie sind demnach mit den Raumnormen des Metersystems in Verbindung zu bringen, also mit der Raumeinheit. Eine grundlegende Verbindung der Ausgangsnorm etwa mit den metrischen Flächenmaßen oder gar mit den Längenmaßen müßte als ganz äußerlich und willkürlich bezeichnet werden. — Form und Systematik der Raumnormen bieten nun weit größere Schwierigkeiten als die Norm. Eine etwas eingehendere Untersuchung der Möglichkeiten überhaupt von Formatsystemen ist dabei nicht ganz zu umgehen, zumal die bisherigen Versuche zur Aufstellung von Raumnormen weniger auf Grund umfassender Erwägungen als vielmehr unter Benutzung zufällig in den Vordergrund getretener Möglichkeiten erfolgten.

Beibehaltung des Verdoppelungs- und Ähnlichkeitsprinzips. Da wir bei dem ersten Versuche, einen systematischen Zusammenhang zwischen Raumrechtecken aufzustellen, vor einem noch völlig unbekannten Gebiete stehen, ist es das einfachste, wir beginnen mit der vielleicht nächstliegenden und zunächst auch berechtigtsten Frage, ob sich räumliche Formatreihen aufstellen lassen, die denselben Grundsätzen genügen wie die Flachformate, bei denen also ein Format aus dem andern durch Halbieren oder Verdoppeln hervorgeht, und deren einzelne Formate alle einander geometrisch ähnlich sind. Bei der Erörterung dieser Frage werden wir Aufschluß über die gesamten Verhältnisse erlangen.

Wie muß ein Raumrechteck A beschaffen sein, damit es bei seiner Verdoppelung durch einfaches Aneinanderlegen einen neuen Körper A' gibt, der dem Ausgangskörper A geometrisch ähnlich ist? So lohnend die gründliche mathematische Behandlung dieser Aufgabe ist, dürfte es doch hier den meisten Lesern weniger um die Art und Weise der Lösung als um das Resultat zu tun sein. Es soll daher der Weg zur Lösung nur knapp angedeutet werden. Daß zwei Raumrechtecke einander geometrisch ähnlich sind, kommt darin zum Ausdruck, daß die Kanten des größeren aus den entsprechenden des kleineren durch Multiplikation mit demselben Faktor p gewonnen werden können. Die Forderung, daß die beiden Körper sich ferner dem Rauminhalt nach wie 1 : 2 verhalten, liefert dann einen ganz speziellen Faktor für die ähnliche Vergrößerung, nämlich $p = \sqrt[3]{2}$, ein Resultat, das schon von der Verdoppelung eines Würfels zu einem neuen Würfel her bekannt ist. Dies gilt für alle beliebigen Ausgangsraumrechtecke. Bei uns soll aber außerdem eine ganz bestimmte Verdoppelung gewählt werden, nämlich die durch Aneinanderlegen zweier Körper A. Durch diese Art der Verdoppelung werden ohne weiteres auch die Kantenlängen des Doppelten selbst bestimmt. Legen wir andererseits ein beliebiges Raumrechteck zweimal nebeneinander, so ist der neue Körper wohl das Doppelte, im allgemeinen ist er aber dem Ausgangskörper nicht geometrisch ähnlich. Man denke sich z. B. einen Würfel durch Aneinanderlegen verdoppelt, so entsteht ein Doppelwürfel, also ein dem Würfel ganz und gar unähnlicher Körper. Es muß daher ferner untersucht werden, ob es ganz spezielle Raumrechtecke gibt, die durch unsere Art der Verdoppelung gleichzeitig eine dem Ausgangskörper ähnliche Gestalt erhalten. Das Ergebnis wird sein, daß es nur eine einzige Form gibt, die diese Bedingungen alle erfüllt: es müssen sich die drei Kanten a, b, c unseres Rechteckes folgender Proportion einfügen:

$$a : b : c = 2^{1/3} : 2^{2/3} : 2^{3/3} \text{ (oder gleich } 1 : 2^{1/3} : 2^{2/3}\text{).}$$

Es ist also das Kantenverhältnis völlig bestimmt, während über die Größe des Körpers nichts ausgesagt ist. Demgemäß gilt für jedes Raumrechteck, dessen Kanten dieser Proportion genügen, der Satz, daß es durch Aneinanderlegen zu einem ähnlichen Raumrechteck verdoppelt werden kann. Mit Leichtigkeit kann man dies nun kontrollieren, wenn man z. B. von einem Körper mit den Kanten $2^{1/3}$, $2^{2/3}$, $2^{3/3}$ ausgeht. Es ist immer in Richtung der kurzen Kante zu verdoppeln. Fassen wir b als Höhe auf, a und c als die Kanten der Grundfläche, so können wir von unserer Form aussagen, daß die Höhe die mittlere Proportionale zwischen den beiden Grundkanten ist, denn es verhält sich

$$a : b = b : c = 1 : 2^{1/3} \; (= 1 : \sqrt[3]{2}).$$

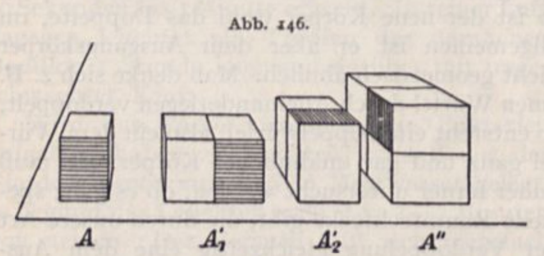
Dieses Verhältnis gilt gleichzeitig für die Kanten der beiden verschiedenen Seitenflächen unseres Raumrechteckes, während die Grundfläche das Kantenverhältnis $a : c = 1 : 2^{2/3}$ aufweist.

Wenn wir nun durch irgendeinen Grundsatz (z. B. Anschluß an das Metersystem) eine Bestimmung über die endgültige Größe des Ausgangsformates treffen, so daß nicht bloß das Kantenverhältnis, sondern die Kanten selbst gegeben sind, so können wir ein Raumformatsystem aufbauen, das denselben beiden Grundsätzen genügt wie das System der Flachformate. Es sind alle Körper einander geometrisch ähnlich, und jeder ist das Doppelte des nächst vorhergehenden; denn da das Doppelte des Ausgangskörpers nach entsprechender Änderung der Reihen-

folge der Kanten wieder das Kantenverhältnis $2^{1/3} : 2^{2/3} : 2^{3/3}$ besitzt, so läßt sich auch dieser Körper wieder durch Aneinanderlegen in Richtung der kurzen Kante zu einem dritten ähnlichen Körper A'' verdoppeln, der also das Vierfache des Ausgangskörpers ist, usw.

Abb. 146 versucht diese Verhältnisse anschaulich zu machen. A ist ein beliebig großer Ausgangskörper mit den aufgestellten Seitenverhältnissen. A_1' ist derselbe Körper in derselben Lage verdoppelt. A_2' ist gleich A_1', aber

Abb. 146.



Raumrechtecke, die durch Aneinanderlegen doppelte und gleichzeitig geometrisch ähnliche Raumrechtecke liefern. $A' = 2\,A$, $A'' = 2\,A' = 4\,A$, $[A_1' = A_2']$. A, A', A'' sind einander geometrisch ähnlich.

in eine mit A ähnliche Lage gedreht. A'' ist das doppelte A' oder vierfache A in mit A und A_2' ähnlicher Lage. A, A' und A'' sind einander außerdem geometrisch ähnlich. Die schraffierten Teile sollen die notwendigen Drehungen leichter vorstellbar machen. Die Reihe kann natürlich beliebig fortgesetzt werden.

Eine derartige Formatreihe besitzt ohne Zweifel zwei willkommene Eigenschaften in der Handhabung, sie würde, wie die Flachformate, auch entsprechenden Anklang finden. Die äußere Form der Formate wäre gemäß dem P r i n z i p v o n d e r g e o m e t r i s c h e n Ä h n l i c h k e i t d e r N o r m e n die denkbar günstigste, und die Raumausnutzung durch das Verhältnis 1 : 2 ebenfalls. Die Seitenflächen unserer Raumrechtecke haben indes ein ganz anderes Aussehen als die aufgestellten Flachformatnormen. Die Flachformate sind der Form nach bestimmt durch die Quadratwurzel als Kantenverhältnis, die Seitenflächen unserer Raumformate aber durch die Kubikwurzel. Keine der Seitenflächen der Raumformate ist etwa ähnlich oder gleich den Flachformaten. Die Raumformatreihe steht also ganz isoliert da gegenüber der Flachformatreihe. Beide können z. B. nicht gleichzeitig benutzt werden. Speziell können die Raumformate nicht in Anwendung kommen, wo irgendwelche Flachformate unbedingt als Ausgangspunkt genommen werden müssen, wie etwa bei allen Sammel- und Ordnungseinrichtungen von Flachformaten. Denn hier ist eine Seitenfläche der zu bildenden Raumformate immer eines der Flachformate. Wollte man die aufgestellte Raumformatreihe beibehalten, so würden ohne weiteres durch die Stöße und Verpackungen unserer Flachformate neue Raumformate festgesetzt, die alle das gemeinsam haben, daß eine ihrer Seitenflächen eine Flachformatnorm ist. Für unsere Raumformatreihe wäre dann ein großes Anwendungsgebiet damit ausgeschlossen, und es läßt sich kaum erwarten, daß sie einer allgemeinen Raumformatreform zugrunde gelegt würde, da sie ja eben für einen großen Teil der Raumformate gar nicht brauchbar sein würde.

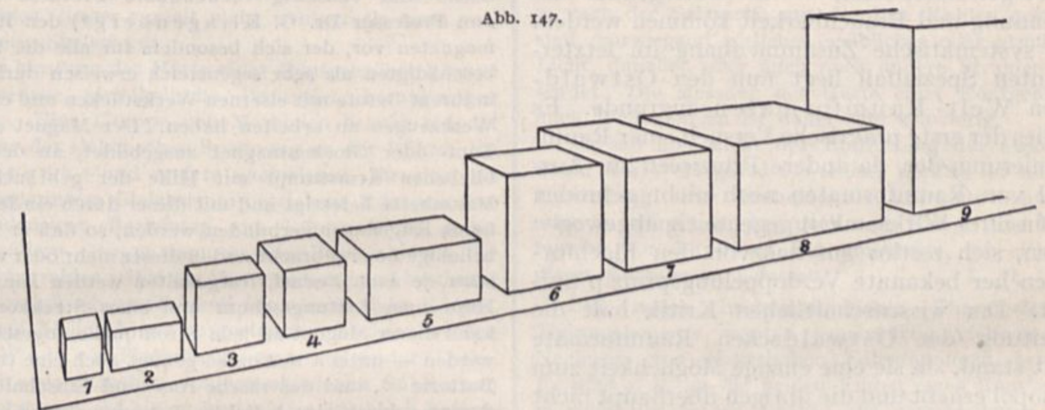
Aus alledem geht hervor, daß die aufgestellten Raumformate trotz ihrer idealen Beschaffenheit bezüglich Verstauung und Ähnlichkeit praktisch unbrauchbar sind, daß vielmehr bei einer rationellen Raumnormierung von den Flachformaten als einer Seitenfläche der Raumnormen auszugehen ist. Wir können somit für die Raumnormen einen e r s t e n Grundsatz aufstellen: D i e R a u m f o r m a t e s o l l e n e i n F l a c h f o r m a t a l s e i n e S e i t e n f l ä c h e h a b e n.

Dieser Satz wäre auch ohne die eingehendere Erörterung des eben erledigten möglichen Systems von vornherein verständlich, wir können aber ohne weiteres für die neu eingeschlagene Richtung zur Aufstellung einer Raumformatreihe einige wichtige Schlüsse aus dem unbrauchbaren. Fall ziehen. Da dieser mit seinen ganz speziellen Kantenverhältnissen nämlich der einzige ist, bei dem die Formatreihe aus lauter geometrisch ähnlichen Formaten besteht und gleichzeitig jedes Format das doppelte des nächst kleineren ist, so kann die auf Grund der Flachformate aufzustellende neue Reihe diesen beiden Forderungen der Verdoppelung und der Ähnlichkeit nicht gleichzeitig genügen. Denn durch die Flachformate wird ein ganz anderes Kantenverhältnis einer Seite der Raumformate bedingt. Eine von den beiden Forderungen der Ähnlichkeit oder Verdoppelung muß also ganz oder wenigstens teilweise aufgegeben werden, obwohl beide erwünscht wären. Und es ist nun die weitere Frage, welche Formatreihen diesbezüglich noch die günstigsten Verhältnisse aufweisen, und welches der beiden Prinzipien beibehalten werden soll.

B e i b e h a l t u n g d e s V e r d o p p e l u n g s p r i n z i p e s. Zur Lösung dieser Frage müssen wir die verschiedenen Möglichkeiten durchprobieren. Wir halten zunächst einmal die Forderung fest, daß alle Formate durch Verdoppeln auseinander entstehen. Welche Formatreihe ergibt sich nun im Verein mit dem oben aufgestellten ersten Grundsatz? — Wir denken uns einmal irgendeines der Flachformate als Ausgangsfläche, wählen eine beliebige Höhe h dazu und haben dann ein Ausgangsformat zum Studium unserer Reihe. Um aus diesem Format das nächst größere zu machen, ist es zu verdoppeln, und zwar so zu verdoppeln, daß das neue Format das nächst größere Flachformat zu einer Seitenfläche bekommt. Das ist nur so möglich,

daß wir das Ausgangsformat zweimal in der Richtung der kurzen Kante der Flachformatseite aneinanderlegen. Da stellt sich heraus, daß das neue Format dieselbe Höhe h wie das Ausgangsformat besitzen müßte. Und wenn wir nun die angefangene Reihe weiter durch Verdoppeln fortsetzen, so finden wir beim Überblick, daß alle die so gewonnenen Formate die gleiche Höhe h hätten. Dies führt aber zu den größten geometrischen Unähnlichkeiten innerhalb der Normenreihe, denn es hätte z. B. das kleinste der aufgestellten Formate dieselbe Höhe wie die größten Formate. Eine derartige Formatreihe, die ganz und gar auf die geometrische Ähnlichkeit verzichtet, würde sich ebensowenig brauchbar erweisen wie die oben aufgestellte Reihe mit strenger Beibehaltung der Ähnlichkeit und Verdoppelung. Die strenge Beibehaltung des Verdoppelungssatzes führt also auf den ersten Blick zu einer unbrauchbaren Reihe.

Abb. 147.



Reihe der Ostwaldschen Raumformate. Jedes Format entsteht durch Verdoppeln aus dem nächst vorhergehenden. Format *1* hat die Grundkanten a und $a\sqrt{2}$, die Höhe a. Die ganze Reihe weist drei wesentlich verschiedene Formen auf und zerfällt in die drei Teilreihen 1, 4, 7 . . .; 2, 5, 8 . . .; 3, 6, 9 . . . Die Formate innerhalb dieser Teilreihen sind einander geometrisch ähnlich.

Es ergibt sich aber bei genauerem Hinsehen ein sonderbarer Spezialfall. Da nämlich die Höhe h ganz und gar willkürlich gewählt worden war, könnte man auch versuchen, durch spezielle Wahl von h den eben geschilderten Übelstand zu umgehen. In der Tat gibt es für diese Wahl zwei Spezialfälle, insofern nämlich, als man die Höhe gleich einer der beiden Seiten der Grundfläche machen kann. Dadurch wird erreicht, daß man beim fortgesetzten Verdoppeln auch in der Richtung der Höhe verdoppeln kann, ohne aus den Beziehungen der Flachformatseiten herauszukommen. Denn die Höhe soll ja eben gleich einer der Kanten der Flachformatgrundfläche sein. Wir überblicken die hier vorliegenden Verhältnisse am einfachsten an der Hand eines speziellen Beispiels (Abb. 147). Die Grundfläche habe als Flachformat die Kanten a und $a\sqrt{2}$. Als Höhe wählen wir nun die kürzere Grundkante a. Unser Raumformat wird also begrenzt von vier gleichen Flachformaten und zwei gleichen Quadraten. Nun beginnt der Verdoppelungsprozeß, wobei immer in Richtung der (oder einer) kürzesten Kante zu verdoppeln ist. Wir schreiben am übersichtlichsten die Kanten der durch fortgesetzte Verdoppelung entstehenden Körper untereinander, die jeweils verdoppelten Kanten sind unterstrichen:

1) $a \quad a\sqrt{2} \quad a,$

2) $\underline{2a} \quad a\sqrt{2} \quad a,$

3) $2a \quad a\sqrt{2} \quad \underline{2a},$

4) $2a \quad \underline{2a\sqrt{2}} \quad 2a.$

. . . .

Erst der vierte Körper ist also dem ersten wieder ähnlich, d. h. nachdem der Ausgangskörper nach allen drei Dimensionen gleichmäßig verdoppelt worden ist, erhalten wir einen geometrisch ähnlichen, achtmal größeren Körper. Die Körper 1), 2) und 3) haben geometrisch völlig verschiedene Formen, mit dem vierten beginnt bei fortgesetztem Verdoppelungsprozeß der Zyklus von neuem. Die ganze Formatreihe, die auf solche Weise erhalten wird, zeigt also drei wesentlich verschiedene geometrische Formen, es besteht in ihr eine grundsätzliche Dreispaltigkeit. Eine ganz ähnliche dreispaltige Formatreihe entsteht, wenn wir die Höhe des Ausgangsformates gleich der längeren Seite der Grundfläche machen.

Wir haben früher (*Prometheus*, Jahrgang XXVII, Nr. 1358, S. 91) bei der Erörterung der Flachformate schon gesehen, wie die fortgesetzte Halbierung eines Quadrates entsprechend den zwei Dimensionen der Ebene zu einer zwiespältigen Formatreihe führt, Quadrate und Doppelquadrate. Auf den ersten Blick ergab sich dort, daß man sich schwerlich mit einer derartigen Reihe im Alltagsgebrauch befreunden wird. Und wenn nun bei der Aufstellung von Raumnormen, die infolge ihrer Räumlichkeit

weit weniger übersichtlich sind als Flachformate, eine Reihe mit einer Dreispaltigkeit gewählt werden soll, so kann man aus denselben Gründen noch weit weniger mit einer praktischen Brauchbarkeit derselben rechnen. Die restlose Durchführung des Verdoppelungsprinzipes führt daher im günstigsten Falle zu einer Dreispaltigkeit der Formatreihe, wobei noch zu bemerken ist, daß in diesem Falle auch der erste Grundsatz nicht unverändert beibehalten worden ist. Es entspricht nämlich nicht jedem Flachformat ein Raumformat, sondern die Verteilung der Raumformate auf die einzelnen Flachformate ist anders.

Überblickend können wir zusammenfassen: Die restlose Beibehaltung des Verdoppelungsprinzips führt zu weitgehender Aufhebung des Ähnlichkeitsprinzips. Und es läßt sich nicht erwarten, daß Formatsysteme, die auf solche Weise gewonnen sind, zu durchschlagender Anerkennung und Brauchbarkeit kommen werden. Der systematische Zusammenhang im letzterwähnten Spezialfall liegt nun den Ostwaldschen Welt-Raumformaten zugrunde. Es ist dies der erste praktische Versuch einer Raumnormierung, der, da andere Prinzipien zur Auswahl von Raumformaten noch nicht gefunden und in ihrer Wirksamkeit gegenseitig abgewogen waren, sich restlos auf das von den Flachformaten her bekannte Verdoppelungsprinzip aufbaut. Der wissenschaftlichen Kritik hält die Ableitung der Ostwaldschen Raumformate nicht stand, da sie eine einzige Möglichkeit zum Monopol erhebt und die übrigen überhaupt nicht berücksichtigt und studiert.

Wir kommen ferner zu der interessanten Beobachtung, daß auch hier das Ähnlichkeitsprinzip, das in allen unseren wissenschaftlichen und wirtschaftlichen Normensystemen (Längen-, Flächen-, Raummaße, Gewichte, Münzen, Hohlmaße, Flachformate) instinktiv und mit überraschender Strenge eingehalten worden ist, unterbewußt einen größeren Einfluß ausübt, als man auf den ersten Blick denkt, daß es sogar den Kampf mit dem Verdoppelungsprinzip und damit der günstigsten Raumausnutzung erfolgreich aufnimmt. Bei genauerem Zusehen muß man aber auch feststellen, daß tatsächlich in der Praxis die günstigste Raumausnutzung durchaus nicht eine derartig primäre Rolle spielt, daß sie als einzige Grundlage zur Aufstellung von Raumnormen zu gelten beanspruchen darf. Vielmehr treten durchweg in erster Linie andere Anforderungen in den Vordergrund, während allerdings eine günstigere Raumverwertung oftmals wünschenswert ist, also als sekundäres Moment bereitsteht. Die günstigste Raumausnutzung ist nämlich ebenfalls an das Vorhandensein einer ganz bestimmten Anzahl der verschiedenen Formate geknüpft; praktisch treten solche Zahlenverhältnisse nur zufällig auf. (Schluß folgt.) [1128]

NOTIZEN.

(Wissenschaftliche und technische Mitteilungen.)

Die magnetische Hand. Bei der Schaffung künstlicher Arme und Hände für Kriegsbeschädigte ist heute das Streben viel weniger als früher darauf gerichtet, dem Beschädigten eine wirkliche, auch im Aussehen der natürlichen möglichst nahe kommende Hand mit fünf mehr oder weniger beweglichen Fingern zu geben, als vielmehr darauf, den verbleibenden Armstumpf mit einer Einrichtung zu versehen, die, ganz gleichgültig wie sie aussieht, den Träger in den Stand setzt, nach Möglichkeit die Arbeiten seines früheren oder eines neuen Berufes auszuführen. Die Prothese, ein möglichst praktisch verwendbares Werkzeug, oder sogar besser mehrere gegeneinander leicht auswechselbare Werkzeuge, haben die in der Gebrauchsfähigkeit immer sehr beschränkte künstliche Hand fast völlig verdrängt, die als sog. Sonntagshand nur noch außerhalb der Berufstätigkeit getragen wird. Als neue praktische und vielseitig verwendbare Prothese schlägt nun Professor Dr. G. Klingenberg*) den Elektromagneten vor, der sich besonders für alle die Kriegsbeschädigten als sehr segensreich erweisen dürfte, die in ihrem Berufe mit eisernen Werkstücken und eisernen Werkzeugen zu arbeiten haben. Der Magnet soll als Topf- oder Glockenmagnet ausgebildet, an dem verbliebenen Armstumpf mit Hilfe der gebräuchlichen Manschette befestigt und mit dieser durch ein feststellbares Kugellager verbunden werden, so daß er in jede beliebige Lage gebracht und in dieser mehr oder weniger starr, je nach Bedarf, festgehalten werden kann. Mit Hilfe einer Leitungsschnur und eines Steckkontaktes kann dieser Magnet an jede Stromquelle angeschlossen werden — unter Umständen genügt auch eine tragbare Batterie —, und das rasche Aus- und Einschalten des Stromes durch eine beliebige Bewegung eines anderen Körperteiles, der gesunden Hand, des Fußes, des Kinns, des ganzen Körpers, oder durch eine bestimmte Bewegung des beschädigten Armes selbst, bietet dann keinerlei Schwierigkeiten. Der Glockenmagnet befähigt dann den Träger, bei eingeschaltetem Strome nicht nur alle eisernen Gegenstände rasch, sicher und kräftig zu ergreifen, sondern sie auch sehr fest zu halten, sie zu heben und beliebig zu bewegen und sie wieder loszulassen und hinzulegen, wobei eine gewisse Beweglichkeit zwischen dem festgehaltenen Stück und dem Arm durch das Kugellager gewährleistet ist, mit dem der Magnet am Armstumpf befestigt wird. Werkzeuge, die nicht aus Eisen bestehen, können meist ohne Schwierigkeiten durch Aufsetzen einer eisernen Platte auch für den Magneten faßbar gemacht werden, und je nach dem Gewicht der zu haltenden Gegenstände oder je nach der Größe der bei der Handhabung des Werkzeuges aufzuwendenden Kraft können auswechselbare, verschieden große Magnete verwendet werden. Eine weitere Vervollkommnung kann die magnetische Hand dadurch erfahren, daß man mit Hilfe einer magnetischen Kupplung das mehrfach erwähnte Kugellager zwischen Armstumpf und Magnet oder auch das Gelenk zwischen dem Oberarmstumpf und dem künstlichen Unterarm leicht feststellbar und ebenso leicht und rasch wieder lösbar macht. Ferner kann man alle zangenartigen Werkzeuge bis zur feinen Pinzette auf elektromagnetischem Wege öffnen und

*) *Zeitschr. d. Vereins Deutscher Ingen.* 1915, S. 1043.

schließen, man kann weiter daran denken, die Bewegung eines künstlichen Unterarmes gegenüber dem Oberarm elektromagnetisch auszuführen und durch Hubmagnete die Schließbewegung der Finger einer künstlichen Hand herbeizuführen. Es kann also mit Hilfe des elektrischen Stromes der Armersatz in sehr weitgehender Weise vervollkommnet, seine Beweglichkeit und Brauchbarkeit erhöht und ihm vor allen Dingen eine große Kraft zugeführt werden, welche die der verlorenen Muskeln ersetzt. O. B. [1225]

Das Bedürfnis nach einer Einheitshärteskala in der Röntgentechnik*). Die Vereinheitlichung der Maße ist eine der wichtigsten wissenschaftlichen Aufgaben unserer Zeit. Jede Disziplin schafft sich zunächst neue Maße; indem sie aber an Bedeutung zunimmt und in die Praxis übergreift, ergibt sich die Notwendigkeit, ihre Maße unter sich und mit den bereits bestehenden großen Systemen in Einklang zu bringen. In einer solchen Lage befindet sich gegenwärtig die Röntgentechnik. Die Röntgenstrahlen werden bekanntlich nach ihrer „Härte" unterschieden, und um diese zu messen, liegen zurzeit nicht weniger als neun verschiedene Skalen vor.

Zur Messung der Härte einer Röntgenröhre können verschiedene physikalische Prinzipien herangezogen werden. Eine Gruppe von Methoden beruht auf der Messung der elektrischen Spannung an der Röhre, die, wie Krönke und andere nachwiesen, für eine mit hochgespanntem Gleichstrom betriebene Röntgenröhre in eindeutiger Beziehung zur Röntgenhärte steht. Eine andere Gruppe benutzt die Eigenschaften der Röntgenstrahlen selbst zur Härtemessung und bestimmt ihre Durchdringungsfähigkeit für verschiedene Körper. In einem Bleiblech mit ausgestanzten Löchern werden nach Walter Platinbleche von steigender Dicke, nach Beez Scheiben von verschiedenen Substanzen eingesetzt und auf einem hinter dem Bleiblech befindlichen Bariumplatinzyanürschirm die Zahl der hellen Löcher festgestellt. Diese Methoden erfreuen sich, obwohl sie nicht einwandfrei sind, in der Praxis großer Beliebtheit. In dem Universal-Jonometer von Siemens & Halske wird die durch den Röntgenstrahl erzeugte Jonisierung der Messung zugrunde gelegt. Christen führt den Begriff der Halbwertschicht ein. Er benutzt in seinem Härtemesser ein Bleisieb, in dem die Flächensumme des stehengebliebenen Siebmaterials gleich der der Löcher ist. Neben dieses Bleisieb setzt er eine Bakelittreppe und vergleicht, an welcher Stufe der Bakelittreppe auf einem dahinter befindlichen Leuchtschirm die gleiche Helligkeit erzeugt wird, wie hinter dem Bleisieb. Bakelit wurde deswegen gewählt, weil er dasselbe Absorptionsvermögen wie Wasser besitzt.

Bei Beurteilung der Sachlage hat man zwei Begriffe auseinander zu halten: die Meßmethode und die Skala. Verschiedene Meßmethoden mögen nebeneinander bestehen, die Skala jedoch muß einheitlich sein. Auch die Thermometrie arbeitet nach verschiedenen Meßverfahren — Temperaturen lassen sich nicht nur durch Ausdehnung, sondern auch durch Thermokräfte bestimmen —, aber die Celsius-Skala ist unter Zurückdrängung der Réaumur- und Fahrenheit-Skala in der Wissenschaft längst zur Alleinherrschaft gelangt. Die Röntgentechnik verlangt also nach einer Einheitsskala. Die „absolute Skala" ergibt sich aus dem Wesen der Röntgenstrahlen selbst, wie es uns die Forschungen der letzten Jahre aufgeklärt haben. Die Röntgenstrahlen sind elektromagnetische Wellen. Sie gehören zu der großen Gruppe von Strahlen, die die Wellen der drahtlosen Telegraphie, die Hertzschen Wellen, die Wärmestrahlen, die ultraroten, sichtbaren und ultravioletten Lichtstrahlen und die Gammastrahlen des Radiums umfaßt. Röntgenstrahlen sind Lichtstrahlen kurzer Wellenlänge. So wie die Farbe der Lichtstrahlen, beruht auch die Härte der Röntgenstrahlen auf verschiedener Wellenlänge, und zwar in dem Sinne, daß mit abnehmender Wellenlänge die Röntgenstrahlen härter werden. Die absolute Härteskala der Röntgenstrahlen ist also die Skala der Wellenlängen.

Es bleibt nun noch die Frage offen, ob sich die Messung der Wellenlängen für die Praxis eignet. Die Strahlung ein und derselben Röntgenröhre ist in ihrer Wellenlängenzusammensetzung sehr komplex, und ihre Härte wird durch den Luftverdünnungsgrad und das Material der Antikathode bedingt. Die Röhre verhält sich ähnlich wie eine Bogenlampe, die zwar, je nach der Salzsorte, mit der ihre Kohlen getränkt sind, vorwiegend rötliches, gelbliches oder grünliches Licht, daneben aber auch noch andere Strahlen aussendet. Die Messung der Härte einer Röntgenröhre nach Wellenlängen ist daher sehr schwierig.

Es soll hier nicht der Einführung der absoluten Skala das Wort geredet werden; wichtig ist nur die Herstellung einer Einheitsskala überhaupt, und es wäre zu wünschen, daß nach dem Kriege eine Kommission von Physikern zusammenträte, um sich mit dieser Aufgabe zu befassen. L. H. [950]

Ein neues hochempfindliches Thermoelement. Thermoelemente werden gegenwärtig vielfach zum Nachweis von elektrischen Schwingungen benützt. Es wird z. B. an die beiden Enden eines Empfängers je einer der beiden Drähte aus verschiedenen Substanzen, die thermoelektrische Effekte geben, angelötet; die Drähte führen dann einerseits auf kürzestem Wege zu einer gegenseitigen Berührungsstelle, andererseits zu einem Galvanometer. Treten nun im Empfänger Schwingungen auf, so erwärmt der Ladungsausgleich zwischen den verbundenen Empfängerenden die Lötstelle der beiden Drähte; dadurch entsteht ein thermoelektrischer Strom, der durch das Galvanometer angezeigt wird. Als sehr empfindliches Thermoelement wurde eines aus Platin und Tellur bisher benützt, das etwa 28mal empfindlicher als ein gewöhnliches aus Platin-Konstantan ist. Neuerdings ist es C. Bergholm*) gelungen, aus kristallisiertem Kiesel und Molybdänglanz, die beide noch weiter in der thermoelektrischen Spannungsreihe voneinander entfernt sind, brauchbare, äußerst empfindliche und konstante Elemente herzustellen. Die Herstellungsweise ist folgende: Da der Molybdänglanz einen sehr großen elektrischen Widerstand aufweist, kann er nicht ohne weiteres verwendet werden. Durch Erwärmen in der Bunsenflamme überzieht er sich aber mit einem dünnen Häutchen, das sehr gut leitet. Eine kleine Molybdänglanzscheibe wurde daher geröstet und, nachdem das entstandene Häutchen von gewissen Stellen abgekratzt war (da es nicht die ganze Scheibe bedecken darf), wurde, zum Zwecke des Anlötens, im Vakuum an einer kleinen Stelle ein Goldniederschlag durch Kathodenzerstäubung erzeugt. Diese so präparierte Molybdän-

*) *Die Naturwissenschaften* 1915, S. 403.

*) *Jahrb. d. drahtl. Telegr. u. Teleph.* 1915, S. 475.

scheibe wurde dann an das Ende eines Kupferdrahtes angelötet. Am Ende eines zweiten Kupferdrahtes wurde dann ebenfalls mit Lötmetall ein Kieselkristall befestigt. Die Schwierigkeit besteht nun darin, Molybdän und Kiesel in haltbare Berührung zu bringen. Zu dem Zwecke werden die beiden Drähte bis nahe an ihre Enden in Isoliermaterial eingebettet, und dann wird eine Glasröhre darübergeschoben. An dem herausragenden Molybdän wird an der vergoldeten Stelle ein Platindraht angelötet, der andrerseits auf gleiche Weise an der Spitze des Kiesels befestigt ist. Kiesel, Platindraht und Molybdän werden dann gefirnißt, und ein darüber gestecktes Probierröhrchen schützt das fertige Element. — Ein derartiges Element erwies sich als beinahe 3000mal empfindlicher als ein gewöhnliches Thermoelement aus Platin-Konstantan. Auch nach sechsmonatiger Benutzung wurde keinerlei Änderung in seinen elektrischen Eigenschaften wahrgenommen. Der Erfinder meint, daß nicht allein thermoelektrischer Effekt diese hohe Empfindlichkeit bewirkt, sondern daß vermutlich Gleichrichterwirkung dabei eine große Rolle spielt. P. [1000]

Die Kältetechnik*) hat heutzutage einen bedeutenden Umfang angenommen. Kälte dient nicht allein zur Konservierung von Lebensmitteln und anderen der Fäulnis ausgesetzten Gegenständen, sondern auch zur Erzeugung von Eis, zur Würzekühlung in den Brauereien, zur Erstarrung schlammiger Massen beim Schachtabteufen in den Bergwerken und zur Trennung von Flüssigkeitsgemischen in der chemischen Industrie. Als Zukunftsaufgabe der Kältetechnik erscheint außerdem die Kühlung von Wohnräumen, Bureaus, Theatern und Sälen, wodurch in heißen Gegenden das Maß der geleisteten Arbeit erheblich gesteigert werden könnte.

Bei den Verfahren zur künstlichen Kälteerzeugung wird Kälte durch Verdunstung von Flüssigkeiten gewonnen. Als Kälteträger finden in der Industrie hauptsächlich Ammoniak und Kohlensäure Verwendung, die bei sehr niedrigen Temperaturen verdampfen. Ammoniak geht in der atmosphärischen Luft bei —30° C in den gasförmigen Zustand über. Die Verdampfungstemperatur ist von dem Druck abhängig, unter dem die verdampfende Flüssigkeit steht, und daher können Ammoniak und Kohlensäure durch einfache technische Mittel sowohl verdampft als auch verflüssigt werden. Bei Sommertemperaturen von 10—30° C, wie sie für den Kühlmaschinenbetrieb in Frage kommen, geht dampfförmiges Ammoniak bei Drucken von 6—12 Atmosphären in den flüssigen Zustand über, und flüssiges Ammoniak verdampft unter atmosphärischem Druck wiederum bei sehr niedrigen Temperaturen. Um Ammoniak bei Sommertemperaturen zu verflüssigen, genügt also das Komprimieren auf 8—12 Atmosphären und Abkühlen der beim Komprimieren erhitzten Gase mit Hilfe von Brunnen-, Fluß- oder Seewasser. Die Durchführung des Kälteprozesses ist daher mit folgenden Einrichtungen möglich: 1. Einem Verdampfer. Er besteht aus einem System von Rohrschlangen, in denen sich die verdampfende Flüssigkeit bewegt, und durch die sie ihre Kälte an die Umgebung abgibt. 2. Einem Kompressor, der den dampfförmigen Kälteträger aufsaugt und verdichtet. Hierbei erhöht sich die Temperatur des Kälteträgers. 3. Einem Kondensor, in dessen Röhren die verdichteten und erhitzten Gase auf die Temperatur des Kühlwassers abgekühlt und verflüssigt werden.

*) *Die Naturwissenschaften* 1915, S. 477.

Die mechanische Arbeit, die bei dem Kompressionsverfahren zur Kälteerzeugung aufgewendet werden muß, wird in der Regel aus Wärme gewonnen. Es finden hierbei die mannigfaltigsten Energieumwandlungen statt. Die latente Energie der Kohle wird in einem Dampfkessel in Dampf übergeführt; der Dampf wird in mechanische Arbeit umgesetzt, beispielsweise in einer Dampfturbine; die mechanische Arbeit wird mit einer Dynamomaschine in Elektrizität umgeformt; die vom Kraftwerk erzeugte Elektrizität dient zum Antrieb eines Elektromotors am Verwendungsort, und der vom Motor angetriebene Kältekompressor endlich dient zur Erzeugung der Kälte. Jede dieser fünf Energieumwandlungen ist mit Verlusten verbunden, und daher stellt sich die Erzeugung der Kälte viel teurer als die der Wärme. L. H. [1001]

Ein Vorkommen von marinem Diluvium. Zu den geologisch wichtigen Punkten Schleswig-Holsteins gehört das noch so wenig bekannte marine Diluvium bei Steensigmoos auf der Halbinsel Broacker, gegenüber der Stadt Sonderburg auf Alsen. Hier treten die Schichten des marinen Diluviums in dem etwa 20 m hohen steilen Kliff an der Meeresküste zutage und sind mit ihrem Muschelreichtum nicht nur ein geologisches Wunder, sondern charakterisieren in den verschiedenen Schichten auch trefflich die Bodenschwankungen während der letzten Interglazialzeit. Es treffen sich hier deshalb die Geologen aus allen Teilen Deutschlands und auch aus Dänemark. Im unteren Teil sieht man einen Süßwasserton, der die Überreste von Pflanzen und Süßwasserschnecken enthält, dann folgen verschiedene Ton- und Sandschichten, alle Bildungen des Meeres, mit zahlreichen Muschelarten, fast alles Arten, die heute noch lebend in der nördlichen Nordsee vorkommen, somit also einen Schluß auf das Klima zulassen. Die Hauptschicht des Tapessandes enthält allein gegen 50 verschiedene Arten von Konchylien, daneben Reste von Krebsen, Stachelhäutern und zahlreichen Diatomeen. Aus der unteren Schicht hat man schon Reste von dem hier so seltenen Mammute gefunden. Die Ton- und Sandschichten im Wechsel deuten auf eine Hebung und Senkung des Bodens hin. Überlagert ist die Ablagerung von den Bildungen der letzten Eiszeit, von Lehm und Blocklehm. Keine Gegend des deutschen Nordens sowie aller Grenzgebiete bietet so lehrreiche Aufschlüsse wie die Gegend von Steensigmoos. Philippsen, Flensburg. [957]

Ozeanische Salzablagerungen. Nach den in der Zeitschrift *Kali* soeben veröffentlichten experimentellen Untersuchungen von S. d'Aus, A. Bertsch und A. Geßner handelt es sich vor allem um die Bestimmung der Temperatur, bei welcher die Salzlager entstanden sein können. Die Gelehrten kamen so zur Annahme einer niedersten Temperatur von 22° für die Bildung der Staßfurter Kalisalzlager; wahrscheinlich war sie aber etwas höher und lag zwischen 25° und 30°. Von geologischer Seite freilich wird eine wesentlich niedrigere Bildungstemperatur von nur 10° angenommen. Die Ziffer ist aber unvereinbar mit der Tatsache, daß primär unmöglich die Paragenese Magnesiumsulfatheptahydrat-Carnallit bestanden haben kann. Auch verlangt eine solche niedrige Temperatur, daß der Polyhalit der Polyhalitregion sekundärer Bildung sei. Jedenfalls aber dürfte die Zusammensetzung der Salzlaugen, aus denen sich die Staßfurter Kalisalzlager gebildet haben, der eines normalen Meerwassers nahe gekommen sein; nichts deutet auf eine davon wesentlich abweichende Zusammensetzung. E. R. [967]

BEIBLATT ZUM

PROMETHEUS

ILLUSTRIERTE WOCHENSCHRIFT ÜBER DIE FORTSCHRITTE IN GEWERBE, INDUSTRIE UND WISSENSCHAFT

Nr. 1368 Jahrgang XXVII. 16 15. I. 1916

Mitteilungen aus der Technik und Industrie.

Verkehrswesen.

Funkentelegraphenstationen als Ersatz für Landtelegraphen. In ihren Anfängen diente die drahtlose Telegraphie lediglich zur Verbindung von Schiffen auf See untereinander und mit nicht allzu weit entfernten Küstenstationen, bald ging man aber auch dazu über, größere überseeische Entfernungen von Küste zu Küste funkentelegraphisch zu überbrücken und damit bis zu einem gewissen Grade mit den Unterseekabeln in Wettbewerb zu treten, und erst zuletzt kam man dazu, die funkentelegraphische Verbindung auch zwischen festen Stationen über Land auf größere Entfernung als Ersatz für Landtelegraphenlinien zu verwenden. Naturgemäß waren es zunächst solche Gegenden, in denen die Funkentelegraphie über Land verwendet wurde, in denen ein nur geringer telegraphischer Verkehr herrscht, der die Anlage langer Telegraphenleitungen nicht lohnend erscheinen ließ, also wenig bewohnte und wenig kultivierte Gegenden in tropischem und halbtropischem Klima. Die erste derartige funkentelegraphische Anlage wurde von der Telefunkengesellschaft im Jahre 1905 zwischen den 750 km voneinander entfernten Orten Dernah an der afrikanischen Nordküste und Patara an der kleinasiatischen Küste errichtet*), zur Verbindung zweier in den genannten Orten endigenden Telegraphenleitungen. Noch ungünstigere Verhältnisse mußten beim Bau und Betrieb einiger Telefunkenstationen im Quellgebiet des Amazonas, im peruanischen Urwald, überwunden werden, doch arbeiteten diese über 200 km so zufriedenstellend, daß man sich bald entschloß, eine quer durch Südamerika von der Mündung des Amazonenstromes bis nach Lima in Peru führende Telefunkenverbindung zu bauen, welche mit Hilfe von vier großen Stationen in Para, Manos, Iquitos und Lima insgesamt 4000 km überwindet. In Verbindung mit dieser größten und wichtigsten Überland-Funkenstrecke stehen noch sechs kleinere Stationen, die in der Hauptsache den Lokalverkehr vermitteln und den Anschluß entfernterer Ansiedlungen an die Hauptlinie ermöglichen. Weitere große von der Telefunkengesellschaft errichtete drahtlose Überlandlinien bestehen in Rußland, von Nikolajewsk über Petropawlowsk, Ochotsk, Charbin nach Charborowsk (1500 km), am Amur 200 km, zwischen Sidney und Freemantle, im Kongostaat über 300 km, in Argentinien bis zu 500 km, zwischen Soervagen und Röst in Norwegen, zwischen Cernovoda und Giurgiu in Rumänien, zwischen Santos, Bahia und Pernambuco in Brasilien, ferner in Mexico, Siam, China, auf Borneo usw. Bst. [1065]

*) *E. T. Z.* 1915, S. 540.

Verkehrssteigerung durch den Motor. In welchem Maße der wirtschaftliche Wert einer Wasserstraße durch Verwendung von Motorfahrzeugen gehoben werden kann, zeigt das Beispiel des Donau-Main-Kanals zwischen Schweinfurt und Nürnberg. Der Donau-Main-Kanal war in neuerer Zeit ganz in Vergessenheit geraten, weil er mit seinen kleinen Abmessungen für den Verkehr von Frachtdampfern nicht benutzbar war und kleine Kähne ohne eigene Antriebskraft mit dem Eisenbahnweg nicht in Wettbewerb treten konnten. Im Sommer 1911 machte man einen Versuch mit einem Motorschiff, und zwar richtete eine Nürnberger Firma auf Veranlassung der Nürnberger Handelskammer einen Verkehr zwischen Nürnberg und Schweinfurt ein. Der Versuch gelang ausgezeichnet, schon 1912 fuhren drei Motorschiffe. Wie sich der Verkehr in kurzer Zeit entwickelte, zeigen die folgenden Zahlen:

Es verkehrten:

1911 1 Motorschiff, das 3274 t Güter beförderte;

1912 3 Motorschiffe mit 10 940 t Gütern;

1913 5 Motorschiffe und 2 Schleppkähne mit 23 399 t Gütern;

1914 5 Motorschiffe und 2 Kähne mit 31 129 t Gütern.

Die verwendeten Motorschiffe sind $31^1/_2$ m lang und $4^1/_2$ m breit und haben bei vollem Tiefgang von 1,25 m eine Ladefähigkeit von 100 t. Sie werden durch Rohölmotoren von 40 PS angetrieben. Durch die Verwendung des Motors ist also die Wasserstraße zu neuem Leben erwacht und ein verhältnismäßig recht bedeutender Verkehr entstanden. Man hat berechnet, daß die Motorfahrzeuge 100 t Güter um 390 M. billiger befördern, als bei Kähnen, die durch Pferde gezogen werden, möglich wäre. Stt. [1200]

Anstrich- und Schutzmittel.

„Kalorisieren“, ein neues Verfahren zur Herstellung metallschützender Überzüge. Die verschiedensten Metalle und Verfahren sind im Laufe der Zeit vorgeschlagen worden, um einen wirksamen Schutz gegen die schädlichen Einwirkungen der Luft bei Erhitzen der Metalle zu erzielen. Ein neues Verfahren, das nach den im *„Génie Civil“* veröffentlichten Resultaten vorzüglich arbeitet, besteht im folgenden:

Die Arbeitsstücke werden in einer, außer anderen nicht näher angegebenen Elementen, mit fein gepulvertem Aluminium angefüllten Trommel, die während des Drehens erwärmt wird, behandelt. Auf der Oberfläche schlägt sich eine Aluminiumlegierung als Schutzschicht nieder. Im Verlauf der immer weiter ausgebauten und vervollkommneten Arbeitsmethoden ge-

langte man dazu, die Arbeitsstücke lediglich in die Lösung einzutauchen, oder sie mit der Lösung zu bestreichen, so daß schließlich die durch die Abmessungen der Trommel bedingte Beschränkung nicht mehr besteht. Drähte und Bandeisen können beispielsweise durch eine erwärmte Röhre, in der die Lösung sich befindet, gezogen und auf diese Weise mit dem Schutzbelag versehen werden.

Besteht das Arbeitsstück aus Kupfer, so bildet sich an der Oberfläche eine Aluminiumbronze, die jedoch reicher an Aluminium ist, als die gewöhnliche. Diese neue Bronze widersteht der Hitze besser, das Arbeitsstück ist geschützt gegen Abbröckeln, was bei höheren Temperaturen als 300° eintreten würde. Ähnliche Resultate wurden mit Eisen und Stahl erzielt. Die Anwendungsmöglichkeiten des neuen Verfahrens sind äußerst zahlreich. Geschützt werden die Drähte der Widerstände bei elektrischen Heizanlagen. Auch kann es zum Schutze von Eisengegenständen verwendet werden, die höher als bis zur Rotglut erhitzt werden, um sie vor Oxydation oder Abbröckeln zu bewahren. Ist das Eisen „kalorisiert“, wie das neu gebildete Verfahren genannt wird, so ist die Oxydationswirkung bedeutend geringer.

Diese Wirkung konnte deutlich bei einem Versuch an zwei Stücken derselben Röhre beobachtet werden. Beide Rohrstücke, von denen das eine kalorisiert war, wurden nebeneinander gelegt und während 4 Stunden mit dem Lötrohr auf über 900° erhitzt, dann abgekühlt und ein zweites Mal während 4 Stunden erhitzt. Das nicht kalorisierte Rohr brannte an der Stelle, wo die Flamme angesetzt wurde, durch, die Hälfte der Dicke war angegriffen und der Rest geborsten, während das kalorisierte Rohr vollkommen unbeschädigt war. Das kalorisierte Rohrstück war bereits bei einem Elektroofen verwendet worden, wo es abwechselnd auf 1000° erhitzt und dann wieder an der Luft abgekühlt worden war. Die Gesamtzeit, während der es dem Temperaturmaximum ausgesetzt war, überstieg 50 Stunden. Ein letzter Versuch wurde an dem gleichen Stück vorgenommen: es wurde auf 900° erhitzt und, als es sich bis zum Dunkelrot abgekühlt hatte, in kaltem Wasser abgeschreckt. Nach dieser dreimaligen Behandlung zeigte das Stück weder Risse noch die geringste Abblätterung.

Zwei Stücke eines Rohres aus Eisenblech, von denen wieder das eine kalorisiert war, wurden in einem Gasofen während 100 Stunden auf einer Temperatur von 800° gehalten: das nicht kalorisierte Stück zerfiel sozusagen in Staub, während das andere nicht die geringste Veränderung aufwies.

Bei den Widerständen eines elektrischen Heizkörpers, bei denen ein Draht oder ein Eisenband unter gewöhnlichen Umständen in vier, fünf Stunden durchbrennt, hält ein kalorisierter Draht 50 mal, oft hundertmal länger stand. Versuche ergaben, daß derartig überzogene Widerstandsdrähte während 500 Stunden eine Temperatur von 800° C aushielten.

Es wird dies mithin ein einfaches Verfahren bilden, um Eisen gegen ein Oxydieren bei hoher Temperatur zu schützen, es folglich haltbarer zu machen. Die Behandlung muß jedoch in ziemlich häufigen Zwischenräumen erneuert werden. Das Verfahren kann naturgemäß nicht bei höheren Temperaturen als 1100° angewendet werden, da sonst das Aluminium angegriffen würde.

Kupferstücke, die hohen Temperaturen ausgesetzt sind, werden ebenfalls durch Kalorisieren haltbarer; in manchen Fällen kann Aluminiumbronze durch kalorisiertes Kupfer ersetzt werden. So entstanden in einer elektrischen Zentrale immer Störungen durch das Durchfressen der Kondensrohre. Die durchschnittliche Betriebsdauer dieser Rohre betrug ein Jahr. Einige jedoch widerstanden oft nur vier oder sechs Wochen, während andere sechs Jahre betriebsfähig blieben. In den ganzen zweieinhalb Jahren, während denen ein Satz kalorisierter Röhren eingebaut ist, ist nicht die geringste Störung vorgekommen.

Ebenfalls konnte die Lebensdauer der Kupferteile eines Interruptors durch Kalorisieren bedeutend verlängert werden.

Die Wirkung des Kalorisierens erklärt sich daraus, daß sich auf der Metalloberfläche eine Schutzschicht aus einer Aluminiumlegierung bildet. Die Mächtigkeit dieser Legierung nimmt naturgemäß mit der Dauer der Behandlung zu. Die in der Legierung abgesetzte Aluminiummenge ist an der Oberfläche größer. Es ist dies klar festzustellen, wenn ein kalorisiertes Kupferstück durchgeschnitten wird. Die Trennungslinie zwischen der Legierung und dem nicht angegriffenen Metall ist deutlich erkennbar: in der Nähe des Metalls nimmt die Legierung eine goldfarbene Tönung an, während sie im äußeren Teil silberfarben ist.

Wird ein Draht oder Eisenband kalorisiert, so wird ein Teil des Eisens angegriffen; der elektrische Widerstand und der Temperaturkoeffizient verändern sich infolgedessen. Diese Veränderung ist um so größer, je dicker diese Schutzschicht ist, wie dies aus folgender Zusammenstellung hervorgeht. Das Versuchsstück Nr. 1 besitzt eine geringere Schutzschicht als Nr. 2.

	Widerstand in cbm per laufend. m bei 19°	Temperaturkoeffizient zwischen 0° und 150° mal 10^3
Eisenband	0,905	5,61
Dasselbe Band kalorisiert Nr. 1	2,45	1,72
„ „ „ Nr. 2	7,6	0,151

Ein dünnes Eisenband kann in seiner ganzen Dicke kalorisiert werden, doch wird es in diesem Falle spröde.

Die Ausdehnung und das Gewicht eines kalorisierten Eisen- oder Kupferstückes nehmen leicht zu. Die Zunahme an Größe ist jedoch nicht gleich der Dicke der Legierungsschicht, denn diese Aluminiumschicht ersetzt durch Eindringen einen Teil des Metalls. Die Größe nimmt doch immerhin um einige hundert Millionstel zu; die Zunahme ist an den Enden bedeutender als in der Mitte.

Das Kalorisieren dient lediglich dazu, das Eisen gegen hohe Temperaturen zu schützen; bei niedrigen Temperaturen kann es das Verzinken oder Verzinnen als Rostschutz nicht verdrängen. Es wird bei den Temperaturen sehr gute Dienste leisten, wo die Zinn- oder Zinkschichten nicht widerstehen können.

Die Temperaturgrenze ist durch die Schmelztemperatur der Legierung festgelegt. Sie kann noch etwas nach oben hin verschoben werden, wenn das Arbeitsstück dick kalorisiert wurde, da dann die Legierung einen größeren Prozentsatz Aluminium enthält.

Die wahrscheinliche Erklärung dieser Wirkung ist die, daß das Aluminium an der Oberfläche eine Schutzschicht aus Aluminiumoxyd bildet.

Bekanntlich kann ein dünner Aluminiumdraht an der Luft um einige hundert Grad höher als der Schmelzpunkt des Metalls erhitzt werden. An der Oberfläche tritt eine deutlich wahrnehmbare Schicht aus Aluminiumoxyd auf, die das schmelzende Metall einhüllt und am Fließen hindert. H. B. [1162]

Aluminium als Mittel gegen Kesselstein. In der Sitzung vom 9. August 1915 der Académie des Sciences in Paris wurde folgendes Mittel gegen Kesselsteinbildung angegeben. Man ging von der Beobachtung aus, daß sich das Wasserbad im Laboratorium, wenn es mit konstantem Spiegel mit Leitungswasser gespeist wird, mit einer Kesselsteinschicht bedeckt, die schließlich die Öffnungen des Zuflußrohres verstopft. Versuche ergaben, daß ein im Innern mit Aluminiumfarbe gestrichenes Gefäß während drei Jahren ununterbrochen in Betrieb sein konnte, ohne daß eine Reinigung notwendig gewesen wäre. Von dieser Feststellung aus wurden die Versuche systematisch weitergeführt, und es ergab sich, daß diese Kesselstein verhindernde Wirkung tatsächlich auf das Aluminium zurückzuführen war. Aluminium in Pulverform hat eine größere Wirkung als körniges Aluminium. Die beste Wirkung wird jedoch mit einem einfachen Aluminiumfarbenanstrich der inneren Kesselwand erzielt. H. B. [1166]

Betontechnik.

Widerstandsfähigkeit von Beton gegen Geschoßwirkungen. Als die belgischen Befestigungswerke durch die Geschosse der deutschen und österreichischen schweren Artillerie schnell in Trümmer gelegt waren, da schien die Überlegenheit des Geschosses über den modernen Festungsbau und sein modernstes Material, den Beton, erwiesen, das Schlagwort von der Wertlosigkeit der Festungen entstand, falsch wie alle Schlagwörter natürlich, und der Beton, der so viel Triumphe gefeiert, der sich überall brauchbar erwiesen und immer neue Anwendungsgebiete sich erobert hatte, schien, und zwar an einer sehr wichtigen Stelle, einfach erledigt. Er schien aber nur, denn trotz, oder vielleicht auch sogar gerade wegen, Lüttich, Namur, Antwerpen und anderen Festungen ist der Beton ein sehr hoch geschätztes und auch im gegenwärtigen Kriege viel verwendetes Festungsmaterial geblieben, und zwar mit Recht, weil richtig angewendeter und ausgeführter Beton eine sehr hohe Widerstandsfähigkeit gegen die Wirkungen von Geschossen besitzt. Daß man von dieser Tatsache bei den belgischen Festungen so sehr wenig gemerkt hat, lag nicht am richtig angewendeten und gut ausgeführten Beton, denn solcher war in diesen Befestigungswerken nicht vorhanden. Nach einem Berichte der Prüfungsanstalt des Vereins deutscher Eisenportlandzementwerke sind nämlich die belgischen Festungen zum größten Teile vor etwa 25 Jahren erbaut worden, und zwar teils aus Mauerwerk und teils aus Stampfbeton; Eisenbeton ist nicht zur Verwendung gekommen. Die Untersuchungen von Betonproben aus belgischen Festungen haben zudem ergeben, daß das Material weder Portlandzement noch Eisenportlandzement enthielt und eine Festigkeit besaß, die etwa nur ein Drittel derjenigen betrug, welche man bei Verwendung guten Zementes hätte erzielen können. Davon abgesehen, kann aber selbst guter Stampfbeton mit hoher Druckfestigkeit nicht den Anspruch erheben, ein hochwertiges Festungsbaumaterial zu sein, denn bei der Widerstandsfähigkeit gegen Geschoßwirkungen kommt neben der Druckfestigkeit in sehr hohem Maße auch die Fähigkeit des Baustoffes, Zugspannungen aufzunehmen, in Betracht, und diese Fähigkeit besitzt außer dem Stahl nur der sachgemäß armierte Eisenbeton, aber nicht der Stampfbeton. Bei Versuchen, welche mit Unterstützung des Königlich Preußischen Ingenieurkomitees, Festungsbauabteilung, von der oben genannten Prüfungsanstalt auf Militärschießständen vorgenommen worden sind, hat sich gezeigt, daß natürliche Gesteine und unbewehrte künstliche Gesteine, wie Ziegel verschiedener Art und Stampfbeton, bis zur Dicke von 20 cm meist schon auf 100 m, sicher aber auf 30 m durch Infanteriegeschosse zertrümmert werden, weil sie eben neben einer verhältnismäßig hohen Druckfestigkeit nur sehr geringe Zugfestigkeit besitzen. Richtig armierte Eisenbetonplatten von nur 10,5 cm Stärke, wie sie für den Stellungskrieg in Frage kommen, werden aber auch auf 30 m von Infanteriegeschossen nicht durchschlagen, weil ihre Zugfestigkeit vermöge der Eiseneinlagen genügend groß ist. Für den Festungsbau reichen naturgemäß die hier versuchten dünnen Platten nicht aus, und wie sich stärkere Eisenbetonplatten gegen Geschützfeuer verhalten, werden in Vorbereitung befindliche Versuche ergeben. Trotz der bewundernswerten Leistungen der „dicken Berta" und anderer „eiserner Kameraden" dürfte also der Eisenbeton auch weiterhin eine Rolle im Festungsbau zu spielen haben. F. L. [1027]

Biegen von Eisenstäben für Eisenbetonarbeiten mit Hilfe von Kolbenstangen. In den Balboa-Werkstätten am Panamakanal vollzieht sich das Biegen von Eisenstäben in sehr befriedigender Weise mit Hilfe einer Vorrichtung, die an die Schienenbiegemaschinen erinnert. Die Stäbe werden vor dem Zylinder einer Kolbenmaschine auf einem Tisch festgehalten und durch den Stoß der Kolbenstange einer Dampfmaschine gebogen. Als Tisch dient eine Stahlplatte mit zahlreichen Löchern, in die abnehmbare Stahlstifte zur Begrenzung des Biegevorganges eingeführt sind. Zum Biegen stehen zwei Einrichtungen zur Verfügung. Die eine besteht aus einem 10" Zylinder einer alten französischen Lokomotive, die aus dem verlassenen Maschinenpark der ehemaligen französischen Panamakanal-Gesellschaft stammt. Auf dieser Vorrichtung erfahren drei oder vier $^3/_4$" Stäbe gleichzeitig eine Einbiegung. Die zweite Ausrüstung besteht aus 14" Zylindern, die von dem Kippmechanismus eines Betonmischers stammen; sie sind auf entgegengesetzten Seiten des Tisches aufmontiert und verursachen entgegengesetzte Einbiegungen in Stangen bis $1^1/_4$" Durchmesser. In beiden Fällen wird komprimierte Luft mit 80 Pf./Quadratzoll verwendet. Es heißt, daß fünf Mann in einer Stunde so viele Stäbe auf der Vorrichtung biegen, wie vordem in acht Stunden. H. B. [1061]

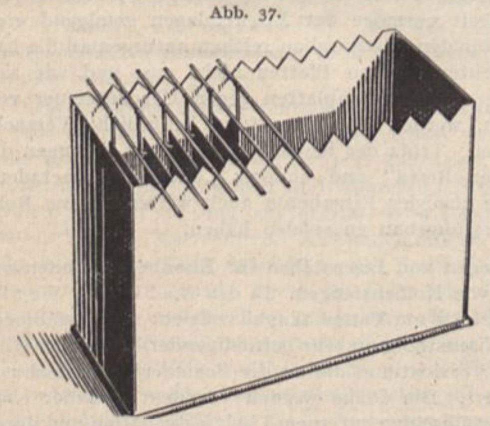
Photographie.

Zur Photographie mit kleinen Formaten*). (Mit zwei Abbildungen.) Der kleine Apparat, der jetzt vor allem im Felde zu großer Bedeutung gekommen ist, fordert mehr zum „Frisch-drauf-los-Knipsen" auf als der größere, bei dem man sich erst überlegt, ob das Bild die Zeit und Mühe für Auspacken und Aufstellen

*) *Phot. Rundschau* 1915, S. 105.

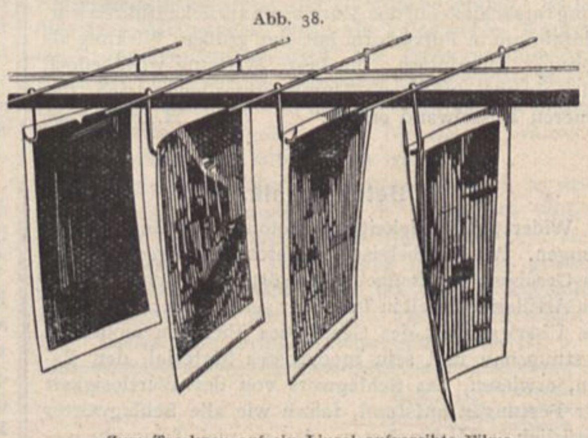
lohnt. Er ist für die Massenarbeit wie geschaffen. Daraus folgt aber, daß man die Negative meist dutzendweise zu entwickeln hat; und das Entwickeln der kleinen Platten und Films bietet andere Schwierigkeiten als bei größeren Ausmaßen. Beim Entwickeln läßt sich besonders die Beschaffenheit der Halbtöne schlecht beurteilen. Es empfiehlt daher F. Hofmann die Standentwicklung in einer Stärke, die ein Ausentwickeln in etwa einer Stunde ergibt. Sehr gut bewährt hat sich folgende Zusammensetzung des Entwicklers: 40 ccm Wasser, kochend, 55 g Natriumsulfit krist., 10 g Glyzin, 55 g Pottasche. Nach dem Erkalten gibt dies einen unbegrenzt lange haltbaren Brei. Für die Standentwicklung nimmt man auf 1 l Wasser 15 ccm Brei und 2 ccm Bromkalilösung 1 : 10. Dieser Entwickler hat in allen Fällen ausgereicht, um weitgehende Belichtungsfehler durch die bloße Dauer der Entwicklung auszugleichen, soweit dies angängig ist. — Beste Ergebnisse können allerdings nur erreicht werden, wenn die Entwicklungseinrichtung ein bequemes Nachsehen gestattet. Hier sind nun für die Standentwicklung von Platten genügend vorteilhafte Einrichtungen im Handel zu haben, aber für Films nicht. Diese werden meist mit dem schwarzen Papier in ein Gestell eingeklemmt, wodurch ein Nachsehen unmöglich wird. Ohne Papier eingeklemmt, wird die Gelatineschicht auf der Rückseite leicht beschädigt. Hier hat sich nun die Einrichtung Abb. 37 und 38 sehr gut bewährt. Die Films werden an Drahtstäbchen aufgehängt, an die zwei Stecknadeln, hakenförmig umgebogen, angelötet sind. Mit diesen Drahtstäbchen werden sie in den Entwicklungstrog, der zu diesem Zweck an den Seiten ausgezackt ist, eingehängt; sie lassen sich nun bequem herausnehmen und betrachten. Der Trog wird in einen Pappkasten gestellt, der lichtdicht verschließbar ist. Zum Fixieren und Wässern wird dieselbe Einrichtung benutzt. Zum Trocknen werden die Films an denselben Stäbchen hängend auf ein Lineal aufgereiht, Abb. 38. Während der ganzen Behandlung brauchen sie also nicht mit den Fingern berührt zu werden. Die Kante, an der der Flachfilm angeklebt ist, muß nach unten hängen, da sonst der aufgelöste und nach unten sinkende Klebstoff Flecken ergibt. Die Films hängen im Entwickler in einer Entfernung von etwa 1 cm nebeneinander. Fehler durch gegenseitiges Berühren sind nicht vorgekommen. Mit dieser einfachen Einrichtung, die als Handelsartikel herzustellen sich empfehlen würde, lassen sich leicht größere Mengen Negative in kurzer Zeit herstellen. Zum Nachsehen eignet sich gut eine rotverglaste elektrische Taschenlampe, die man unmittelbar hinter den Film hält, um die Dichte beurteilen zu können. Auf solche Weise kann man sich das Arbeiten mit größeren Mengen kleiner Films sehr erleichtern und angenehm machen. P. [1011]

Abb. 37.



Entwicklungstrog mit ausgezackten Rändern. An den Drahtstäbchen hängen die kleinen Filme.

Abb. 38.



Zum Trocknen auf ein Lineal aufgereihte Filme.

Verschiedenes.

Herstellung von Zeitungspapier aus Stroh. Zur Schonung der Waldbestände, wovon, bei der großen Entwicklung des Zeitungswesens in den Vereinigten Staaten von Amerika, auf eine Zeitung bei einer Auflage von 100 000 Exemplaren mit 20 Seiten täglich etwa $2^1/_2$ ha verbraucht werden — bei größeren Zeitungen kann der jährliche Waldverbrauch auf etwa 4000 ha beziffert werden —, ist man bestrebt, das Zeitungspapier aus anderem Material herzustellen. So hat die staatliche Papiermühle von Wansau im Staate Wisconsin solches Papier aus Stroh hergestellt, das seit einiger Zeit von einer größeren Zeitung täglich verwendet wird.

In den Vereinigten Staaten bringt jede Ernte etwa 150 Mill. t Maisstroh. Da man auf chemischem Wege die fürs Vieh brauchbaren Stoffe des Strohes nicht ausziehen kann, könnte der größte Teil zur Herstellung von Zeitungspapier verwendet werden. Außerdem stehen jährlich 2 Mill. t Reisstroh, 3 Mill. t Flachsstroh und 10 Mill. t Baumwollstengel zur Verfügung. Daß sich Reisstroh vorzüglich zur Papierherstellung eignet, beweisen China und Japan. Baumwollstengel liefern allerdings ein weniger gutes Papier, aber deren Zellulose könnte ja mit den Reisfasern vermischt werden. Auf diese Weise könnte ein großer Teil des Zeitungspapiers aus Stroh hergestellt werden, während das bessere Papier immer noch den Büchern und Zeitschriften vorbehalten bleiben könnte.

Die Frage der Schonung von Waldbeständen ist bei der großen Zunahme der Zeitungen wichtiger, als man zunächst glauben möchte. Nicht nur das Forstwesen, sondern die gesamte Volkswirtschaft hat ein großes Interesse an der Erhaltung unserer Wälder, die in manchen Gebieten der Gefahr einer Entholzung ernstlich ausgesetzt sind. Der enorme Verbrauch an Zeitungspapier mahnt zur Lösung dieser bedeutsamen Frage. P. S. [1170]